Untersuchungen

über die

Krystallstruktur der Glieder der Aragonitgruppe.

Von

Dr. F. Westhoff.

Untersuchungen

über die

Krystallstruktur der Glieder der Aragonitgruppe.

Inaugural-Dissertation

der

mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Universität Freiburg in der Schweiz

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

F. Westhoff

aus Düsseldorf.

AGAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

Druck von L. Schwann

1899.

Dem Andenken meiner teuren Mutter.

Meinem lieben Vater.

Die vorliegende Arbeit wurde im mineralogischen Institut der Universität Freiburg in der Schweiz vom Herbst 1897 bis Dezember 1898 auf Veranlassung des Vorstehers des Instituts, Herrn Prof. Dr. H. Baumhauer, ausgeführt.

Mit Freuden benutze ich die Gelegenheit, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Baumhauer, meinen herzlichsten Dank auszusprechen sowohl für die Anregung zu dieser Arbeit und das Interesse, welches er derselben entgegenbrachte, als auch für die liebenswürdige Unterstützung und für die Bereitwilligkeit, mit welcher er mir das nötige Material zur Verfügung stellte.

1. Einleitung.

Der erste Forscher, welcher sich eingehend mit Untersuchungen über die Struktur des Aragonits befasste und hierzu sich der Ätzmethode bediente, war F. Leydolt.[1]) Seine Abhandlung leitet er ein mit einer Besprechung der Formenbildung, insbesondere des Vorkommens von Zwillingen, Drillingen, Durchkreuzungen bei Aragoniten. Sodann erwähnt er eigentümliche Streifungen, welche er namentlich auf den prismatischen Flächen beobachtete und natürliche Ätzfiguren, die besonders auf den prismatischen Flächen und dem Brachypinakoid vorkamen.

Die optische Untersuchung des Aragonits, wie Senarmont sie vornahm, hielt Leydolt nicht für genau genug, namentlich deshalb nicht, weil die Berührungsgrenze der einzelnen Individuen auf diese Weise nicht bis in die feinsten Details zu verfolgen sei.

Er benutzte daher zur weiteren Untersuchung des Aragonits die Ätzmethode und behandelte mit Salz- oder Essigsäure sowohl ganze Krystalle, als auch senkrecht zur Verticalaxe geschnittene Platten. Von solchen Präparaten machte er Hausenblasenabgüsse für die mikroskopischen Untersuchungen. So gelangte er zur Kenntnis der normalen Ätzfiguren. Anomalien, wie sie später namentlich Beckenkamp entdeckte, fand Leydolt noch nicht.

Neben diesen Ätzfiguren war besonders interessant, mit welcher Schärfe mit Hülfe dieser Methode die einzelnen Indi-

[1]) „Über die Struktur des prismatischen Kalkhaloids nebst einem Anhang über die Struktur der kalkigen Teile einiger wirbellosen Tiere." Sitzungsbericht der math.-naturwissensch. Klasse der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften. Bd. XIX Seite 16 (1856).

viduen eines zusammengesetzten Krystalls unterschieden werden konnten, indem die Ätzfiguren des einen Individuums eine andere Richtung in ihrer Lage hatten als die des anderen. Die Zwillingsgrenzen konnten aufs deutlichste erkannt werden, auch schienen nach dem Ätzen die einzelnen Individuen abwechselnd matt und glänzend. So wurde die Oberfläche jeder Platte in genau unterscheidbare Felder geteilt.

Die einzelnen Vorkommen des Aragonits teilt Leydolt in drei Hauptgruppen. Die erste umfasst die Krystalle von Horschenz bei Bilin (Böhmen), die von Vertaison (Departement der Niederpyrenäen) und im allgemeinen alle spiessförmigen Aragonite. Er bespricht ihre mannigfache, durch die Ätzmethode erkannte Zwillingsbildung. Diese ist entweder nach einer Prismenfläche eine einfache oder eine wiederholte. Im ersten Falle zieht sich die Bildung in der Richtung der Verticalaxe durch den ganzen Krystall, im letzteren reicht ein eingeschobenes Individuum oft nur bis zur Mitte. Dadurch können verschiedene Platten desselben Krystalls verschiedene Zusammensetzung zeigen. Durchkreuzungen sind bei den Krystallen von Horschenz selten, häufiger schon bei den andern Krystallen dieser Gruppe. Auch kommen bei letzteren Drillinge vor, indem sich zwei Individuen an zweiverschiedenen Prismenflächen eines dritten anlagern.

Zur zweiten Gruppe zählt er die Vorkommen von Leogang (Salzburg) und von Herrengrund (Ungarn). Er behandelt zunächst das Aussehen verschiedener Flächen bei diesen Krystallen (Streifungen, Vertiefungen) und sodann deren Zwillingsbildungen. Dieselben finden nach demselben Gesetze statt wie bei den Aragoniten der vorigen Gruppe. Die Individuen verbinden sich jedoch an einem stumpfen Prismenwinkel der Grundgestalt zu Zwillingen, Drillingen etc. Diese können sich in der mannigfachsten Weise durchkreuzen. Es entstehen dadurch einspringende Winkel oder durch Ausfüllung dieser prismatische Gestalten. Oft erscheint vorherrschend ein Hauptindividuum, und an und in dieses sind nach dem herrschenden Zwillingsgesetze andere grössere oder kleinere Individuen gelagert.

Die dritte Gruppe enthält die Aragonite von Molina und Valencia (Aragonien) und von Bastennes bei Dax (Frankreich).

Bei diesen Vorkommen weist Leydolt besonders auf die oft sehr regelmässige Zusammensetzung hin, wodurch die Krystalle sechsseitigen Prismen ähnlich sind. Er erklärt die Entstehung dieser Prismen, welche sich namentlich bei Durchkreuzungszwillingen zeigen, durch Ausfüllung der einspringenden Winkel, wobei die einzelnen Teilchen sich ebenfalls nach dem herrschenden Zwillingsgesetz ablagerten. Dadurch erfolgt ein fortwährendes Ineinandergreifen der Teile des einen Individuums in die des andern, und es entsteht hierdurch auf oP eine kammförmige Grenze. Dasselbe ist der Fall bei Drillingen, doch zeigen diese nach aussen keine ebenen, sondern in der Längsrichtung gebrochene Flächen. Man ist also hier weniger versucht, den Krystall für ein hexagonales Prisma zu halten. Er beobachtete bei den Aragoniten von Dax Krystalle, welche aus fünf verschiedenen Individuen zusammengesetzt waren. Drei durchdrangen sich gegenseitig, zwei waren nur einseitig vorhanden. Von den ersteren war eines immer vorherrschend.

Im folgenden geht er dann speziell zur Beschreibung der Resultate seiner Ätzversuche über.

Wie schon bemerkt, schnitt er Platten senkrecht zur Verticalaxe und ätzte dieselben. Schon oben wurde erwähnt, wie er aus der Lage der Ätzfiguren die Zugehörigkeit der einzelnen Teile und auch die Beschaffenheit der Zwillingsgrenze erkannte. Die der Abhandlung beigefügten Zeichnungen geben hierfür schöne Beispiele, und zeigen dieselben auch die teils unregelmässigen, teils kammförmigen Grenzen, welche letztere immer stärker vergrössert, stets wieder neue, feinere Zähnchen erkennen liessen. Die Abbildungen der Ätzfiguren zeigen die der Symmetrie von {001} entsprechenden Formen. An den Zwillingsgrenzen vereinigen sich je zwei häufig zu einer Kombination.

Hatte sich Leydolt hauptsächlich darauf beschränkt, mittels der Ätzmethode die Zugehörigkeit der einzelnen Teile eines zusammengesetzten Krystalls und dessen Zwillingsbildungen zu bestimmen, so beschäftigte sich V. v. Ebner[1]) vornehmlich mit

[1]) „Die Lösungsflächen des Kalkspats und Aragonits.“ XCI.-Bd. des Sitzungsberichts der kaiserl. Akademie der Wissenschaften II. Abt. Märzheft 1885.

den Ätzeindrücken selbst. Er weist nach, dass die Ätzfiguren zwar stets den Symmetrieverhältnissen der betreffenden Fläche entsprechen, aber nach der Natur, Konzentration und Dauer des Ätzmittels verschieden sind.

v. Ebner schenkt jedoch weniger den eigentlichen Ätzfiguren Aufmerksamkeit, vielmehr ätzte er die Felder so stark, dass sogenannte Lösungsgestalten (Ätzhügel) entstanden. Er macht einen Unterschied zwischen Lösungsgestalt und Ätzfigur.

Zu seinen Untersuchungen benutzte er Aragonite von Horschenz, Herrengrund und vom Banat. Als Ätzmittel nahm er Ameisensäure.

Er fand auf {010} zunächst nur unregelmässig begrenzte oder rechteckige kleine Flecken. Nach längerer Einwirkung entstanden gut ausgebildete Ätzfiguren von rechteckigen Umrissen, deren Seiten einerseits den Prismenkanten, andererseits der Kombinationskante mit der Basis parallel gingen. Die einfachste Form war einem geschlossenen Briefcouvert ähnlich, bei anderen zeigte der Boden mannigfache Variationen.

Auf {001} entstanden in der Richtung der Brachydiagonale stark verlängerte Sechsecke. Gleiche Figuren zeigte das angeschliffene Makropinakoid; jedoch waren dieselben weniger lang gestreckt.

Auf {110} traten Ätzfiguren in Form von fast gleichseitigen Dreiecken auf, deren Spitzen gegen die stumpfe Prismenkante gerichtet waren. Bei weiterem Ätzen bildete sich innerhalb dieser sich vergrössernden Dreiecke ein Fünfeck mit komplizierteren Flächen aus. Ähnliche kleine Dreiecke erhielt er auf {011}.

Um die sogenannten Lösungsgestalten zu erhalten, behandelte er zunächst die Basis längere Zeit mit konzentrierter Ameisensäure. Es traten zunächst dichtgedrängte, zusammenfliessende Ätzfiguren auf. „Dadurch entsteht eine brachydiagonale, grobe Streifung. Ausserdem entstehen aber an einzelnen Stellen Streifungen, welche spitze Winkel von 35° bis 54° in der Richtung der Brachydiagonale bilden, und allmählich arbeiten sich etwas erhabene, nicht sehr regelmässige Ecken heraus, welche zunächst dreiflächig sind, wobei eine Kante in

die Brachydiagonale fällt. Dabei bleibt aber der Prozess nicht stehen. Längs der brachydiagonalen Kante entsteht allmählich eine domaartige, von glatten Flächen begrenzte weniger lang ausgezogene Gestalt, welche im allgemeinen eine Kombination eines Brachydomas, einer Pyramide und eines Makrodomas darstellt. Bisweilen ist statt der Makrodomenfläche eine einer Makropyramide entsprechende Doppelfläche vorhanden, bisweilen fehlen aber die Pyramidenflächen, und die Gestalt ist dann eine Kombination eines Brachy- und eines Makrodomas. Die Lösungsgestalten erreichen oft eine bedeutende Grösse und zeigen meist sehr scharfe Kanten, welche genau in einer Spitze zusammenlaufen. Die Flächen sind im allgemeinen glatt, nur die Makrodomenfläche ist häufiger rauh und zwar, wie es scheint, von dichtgedrängten minimalen Lösungsgestalten, welche sich auf dieser Fläche bilden."

„Die Lösungsgestalten entstehen, entsprechend der rhombischen Symmetrie der Basis, bald mit der Spitze nach der positiven, bald nach der negativen Richtung der Brachydiagonale; doch finden sich an ein- und derselben Stelle alle Spitzen nach derselben Seite gerichtet."

In der letzten Ausführung liegt, wie schon Beckenkamp bemerkte, ein Widerspruch gegen die Symmetrie des rhombischen Systems.

Nach Anführung von Winkelverhältnissen dieser Lösungsgestalten geht v. Ebner zur Besprechung der Lösungsgestalten über, welche er auf ⟨100⟩ fand.

Es traten anfangs auf dieser Fläche analoge Erscheinungen auf wie auf der Basis. Erst ziemlich spitze Dreiecke, welche dann in dreikantige Ecken übergingen. Ferner noch sekundäre Lösungsgestalten.

Die Spitzen der Ätzeindrücke auf ⟨100⟩ waren bald nach der positiven, bald nach der negativen Seite (der c-Axe) gerichtet.

Auf ⟨010⟩ erhielt er keine Lösungsgestalten, auf der Prismenfläche nur solche längs der stumpfen Kante. Diese letzteren gehören daher seiner Meinung nach eigentlich dem Makropinakoid an.

Dagegen zeigten sich auf {110} massenhafte tief sich eingrabende Ätzfiguren.

Über das Verhalten der Brachydomenfläche spricht er sich nicht bestimmt aus, da er nicht Gelegenheit hatte, dieselbe genügend zu untersuchen. In den wenigen Fällen, wo er {011} ätzte, konnte er nur Ätzfiguren, aber keine Lösungsgestalten erzeugen.

Bei Behandlung des Aragonits mit verdünnter Ameisensäure (50%) traten andere Lösungsgestalten auf als bei der vorher angewandten konzentrierten.

Die Gestalten, welche bei Anwendung dieser verdünnten Säure auf {001} und {100} entstanden, waren einander ähnlich und hatten die Form zierlicher, vorspringender Ecken, bald drei-, bald fünfflächig. Eine solche Angabe widerspricht übrigens der Symmetrie dieser beiden Flächen im holoëdrischen System.

Mit konzentrierter käuflicher Phosphorsäure erhielt er schöne Lösungsgestalten. Diejenigen auf {100} zeigten sich als drei-, bezw. fünfflächige Spitzen; auf {001} zeichneten sich dieselben durch starke Abstumpfung der Enden aus. Auf {110} erzielte v. Ebner nur — mit einer Ausnahme — Ätzfiguren.

In den Jahren 1888, 1891, 1892 und 1897 veröffentlichte nun J. Beckenkamp in der Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie eine Reihe von Arbeiten, welche sich mit den Krystallen der Aragonitgruppe beschäftigten. Die erste war betitelt: „Die Mineralien der Aragonitgruppe.“ (1888.)

Er beginnt dieselbe mit der Untersuchung, ob eine von ihm früher beschriebene hemimorphe Ausbildung des Strontianits nur eine zufällige, oder aber eine der Substanz an sich zukommende Eigenschaft der Aragonitgruppe sei, und schliesst daran folgende Ausführungen an:

„Die Mineralien Aragonit, Strontianit, Witherit, Cerussit stehen sich hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung, ihrer geometrischen Form so nahe, dass man ihnen ohne Bedenken das gleiche Gefüge ihrer Atome und Moleküle zuschreiben darf.

Die Hemimorphie eines Körpers wird erstens erkannt an seiner äusseren Gestalt, zweitens an seinem pyroelektrischen Verhalten, drittens an der Symmetrie seiner Ätzfiguren.“

Nach einer Besprechung der geometrischen Form, einer auf einzelnen Flächen vorkommenden feinen Streifung — die auch schon Leydolt erwähnte — und des pyroelektrischen Verhaltens geht Beckenkamp zu seinen mit Hülfe der Ätzmethode erhaltenen Resultaten über. Vorher bespricht er kurz die Leydolt'schen Versuche und sagt, dass dieser übersehen oder nicht beachtet habe, dass bei den Ätzfiguren auf {001} sehr häufig auf der einen Seite ein Brachydoma, auf der anderen derselben Vertiefung eine Pyramide auftritt.

Beckenkamp fand bei Anwendung 20% Salzsäure auf nach {001} geschliffenen Platten nach etwa minutenlangem Ätzen schnabel- oder dornartige Spitzen, deren Längsrichtung ohne Ausnahme mit der b-Axe zusammenfiel. Er glaubt, dass diese Spitzen dadurch zu Stande kommen, dass die Säure, von der brachydiagonalen Scheitellinie ausgehend, neue steilere Flächen ausgräbt. Bei durchfallendem Licht erschienen diese Spitzen ausserordentlich auffallend auf hellerem Grund. Nach Beckenkamps Ansicht hat Leydolt dieselben wohl deshalb nicht entdeckt, weil er zu schwache Säure zu seinen Versuchen nahm. Beckenkamp sagt über diese Spitzen:

„Da aber dieselben ohne Ausnahme niemals zu beiden Seiten der Brachydiagonale auftreten, so zeigen diese Spitzen stets nach einem Ende der b-Axe, und zwar zeigen an einigen Stellen alle Spitzen nach rechts, an anderen nach links."

„Auf derselben Seite einer Platte sind stets zwei durch eine Brachydiagonale getrennte Felder vorhanden; innerhalb des einen zeigen alle Spitzen nach rechts, in dem anderen alle nach links; dabei ist ferner merkwürdig, dass immer auf der einen Seite einer basischen Platte alle Spitzen nach der Grenzlinie, auf der entgegengesetzten Plattenseite von der Grenzlinie weg nach aussen zeigen."

„Um keinen Zweifel darüber aufkommen zu lassen, dass diese Orientierung nicht etwa auf einen fehlerhaften Schliff zurückzuführen ist, wurden die Platten absichtlich schief gegen (010) geneigt zugeschliffen. Die Winkelwerte (001):(010) variierten zwischen 85° 13′ und 92° 55′."

„Ausser der brachydiagonalen Grenzlinie fällt die schmale Randzone längs (110) auf, welche von der Zwillingslamelle nach (110) begrenzt wird. Hier haben alle Spitzen dieselbe Orientierung, aber auf (001) zeigen alle Spitzen nach der grösseren (010), auf (001) alle nach der kleineren (010)." (Fig. 37 Taf. II.)

„Ganz vereinzelt kommen endlich in der Nähe der Pinakoide (Brachypinakoide) Spitzen vor, welche von der allgemeinen Orientierung abweichen."

„Wird bei starker Konzentration der Salzsäure eine basische Aragonitplatte nur wenige Sekunden eingetaucht und dann sorgfältig abgetrocknet, so liegen dieselben Felder, wie sie durch die vorher geschilderten Spitzen zu Stande kamen, deutlich auf der Platte abgegrenzt."

„Die vorher gut polierten Flächen sind in den Feldern stark angegriffen und matt, der ganze Krystall ist jedoch in der durch die Figur angedeuteten Weise (Fig. 40 Taf. II) durch einen weniger angegriffenen und klar gebliebenen Rand eingefasst."

„Dieselben farblosen (Beckenkamp meint offenbar „glänzenden") Streifen verlaufen über jede einzelne Zwillingslamelle, und was am merkwürdigsten ist, ein gleicher Streifen parallel der Brachydiagonale."

Am Ende eines solchen Streifens bemerkte Beckenkamp eine kleine Gabelung (Fig. 40), welche, wenn man die Fläche abschliff und wieder polierte und ätzte, bei jeder Wiederholung immer kleiner wurde. Die klaren Linien seien die Grenzen der durch die Orientierung der Spitzen bestimmten Felder.

„So viel Felder wir aber vor uns haben, aus so viel Individuen besteht der scheinbar einfache Aragonitkrystall."

„Jedes Individuum ist hemimorph nach b und c."

„Die Biliner Krystalle sind noch Zwillinge nach (010)."

„Die Form der Ätzfiguren liefert für die herrschende Symmetrie des einfachen Aragonits das Schema der Fig. 20."

Dieses Schema stellt eine Kombination der drei Pinakoide dar, wobei durch entgegengesetzt gerichtete Pfeile auf der oberen und unteren Fläche der Basis — parallel zur Kante (001): (100) — die Symmetrie des Krystalls veranschaulicht ist.

„Dieses Schema hat die Eigenschaft, dass weder (010), noch (001) Symmetrieebenen sind; auch sind b und c keine (Drehungs-) Symmetrieaxen. Nur a ist eine zweizählige Symmetrieaxe.“

„Auf der oberen Grenzfläche (001) und auf der unteren (001) ist die b-Axe polar; beiderseits aber umgekehrt.“

„Auf der rechten Grenzfläche (010) und der linken (010) ist die c-Axe polar; beiderseits umgekehrt.“

Eine Drehung im Sinne der Pfeile ist für die vordere Seite der a-Axe eine rechte, für die hintere eine linke, also ist die a-Axe geometrisch polar, „wenn sie auch nicht gerade hemimorph ausgebildet zu sein braucht“. Wir hätten demnach die Symmetrie eines monoklin-holoëdrischen Krystalls.

Das aus den Ätzfiguren abgeleitete Schema stimme auch mit dem pyroelektrischen Verhalten der Biliner Krystalle überein. Ebenso stehe ferner mit ihm im Einklang das Streifensystem der Biliner Aragonite, welches sich vornehmlich auf den prismatischen Flächen zeigt.

„Zwillinge nach (001) kommen zu Stande, indem von zwei parallel übereinander liegenden Individuen das eine um die c-Axe um 180° gedreht wird; Zwillinge nach (010), indem von zwei parallel nebeneinander liegenden Individuen das eine um die b-Axe die gleiche Drehung erfährt.“

Die 1891 erschienene Arbeit Beckenkamps ist betitelt: „Zur Symmetrie der Krystalle.“ (Bd. XIX. 18.)

Es ist darin speziell der Aragonit von Bilin bezw. von den in der Nähe liegenden Fundorten Horschenz und Cziczow behandelt.

Beckenkamp führt zunächst gemessene und berechnete Winkelwerte der Brachydomen an, welche er tabellarisch zusammenstellt, und erläutert diese Tabelle. Als wesentliche Resultate seiner Messungen führt er an:

1. Die Lage der Flächen $x = \{012\}$ entspricht innerhalb der Beobachtungsfehler stets genau dem aus den beobachteten Flächen $s = \{120\}$ abgeleiteten Achsenverhältnisse.

2. Die Flächen $k = \{011\}$, $l = \{032\}$, $v = \{031\}$ weichen durchgehends einseitig von ihren normalen Lagen ab, und zwar so, dass sie mehr nach $\{010\}$ hinneigen (die Normalenwinkel zu (001) sind also zu gross).
3. Die vicinalen Flächen von $b = \{010\}$ neigen meistens nach dem ausgebildeten Kopfe hin, einzelne aber auch nach der entgegengesetzten Seite.

Er spricht dann im Anschluss daran eingehender von der schon früher erwähnten Streifung auf der Brachydomen- und Prismenzone und ihrer Einwirkung auf die Schwankungen der Werte der Prismenwinkel.

Er erwähnt dann wieder die schon beschriebenen in der Richtung der b-Axe liegenden dornartigen Spitzen, welche unter Umständen an den von Leydolt beschriebenen normalen Ätzfiguren auftreten können; er hebt hervor, dass die Spitzen auf der oberen Seite einer dünnen Platte den auf der unteren Seite auftretenden gerade entgegengesetzt gerichtet sind, dass bei Einwirkung starker Salzsäure die schon früher beschriebenen Felder entstehen, und geht dann zur Besprechung natürlicher Ätzfiguren über.

Auf $\{010\}$ eines Zwillingskrystalls waren halbkreisförmige Vertiefungen bemerkbar, deren obere Grenze durch eine Fläche der Brachydomenzone gebildet wurde.

Auf $\{110\}$ fand Beckenkamp häufig kleine dreieckige Gruben, deren Spitzen nach $\{010\}$ gerichtet waren.

Auf $\{010\}$ waren natürliche Ätzfiguren von der normalen Form selten; häufiger waren anomale, etwa nach der c-Axe unsymmetrische Formen.

Das anomale Aussehen dieser ist nach Beckenkamp „dadurch veranlasst, dass die Flächen, auf welchen die Ätzfiguren auftreten, nicht $\{010\}$, sondern ein benachbartes Prisma sind."

Auf derselben Fläche beobachtete er auch mehr oder weniger langgestreckte feine Rinnen, deren Spitzen ausnahmslos nach einer Zwillingsgrenze (110) oder nach einer Zwillingslamelle gerichtet waren.

Bei Behandlung der Flächen mit Salzsäure zeigte sich folgendes:

Auf {011} traten nach kurzer Ätzung vierseitige Figuren auf, welche von Flächen der Zone (001):(010) und (111):(111) gebildet wurden. An der tiefsten Stelle schnitt häufig noch eine neue dreiseitige Grube mit steileren Flächen ein, welche infolge totaler Reflexion dunkel erschien. Figuren, welche mit der rhombischen Symmetrie des Aragonits nicht im Einklang stehen, beachtete Beckenkamp hier nicht.

Die Flächen, welche die Ätzfiguren auf {110} begrenzten, waren von der Prismenzone und der Zone (110):(011) gebildet. Die Spitzen dieser dreiseitigen Figuren waren gegen die vordere bezw. hintere Prismenkante gerichtet, also umgekehrt wie bei den natürlichen Ätzfiguren. Auch zeigte sich öfter am Grunde der Figur die Prismenfläche selbst oder vier in die der Prismenzone angehörige Fläche tiefer einschneidende Flächen. Anomale Figuren beobachtete Beckenkamp auch hier nicht.

Auf {010} hatten die Ätzfiguren je nach dem Vorherrschen der einen oder anderen Fläche ein etwas verschiedenes Aussehen. Nicht selten zeigten dieselben Formen, welche das Aussehen eines an den Ecken abgestumpften Rhombus hatten und dessen dadurch entstehende acht Ecken durch sich im Mittelpunkt kreuzende Kanten verbunden waren. Beckenkamp erhielt auch häufig sowohl unsymmetrische Formen nach a als auch nach c. Bei diesen war oft eine kegelförmige hohle Spitze unter die bestehenbleibende Oberfläche des Krystalls in der entsprechenden Richtung eingedrungen.

Auf der beigefügten Tafel giebt Beckenkamp derartige nach der a- und nach der c-Axe unsymmetrische Formen wieder. An derselben Stelle zeigten die Spitzen immer nach derselben Seite der betreffenden Axe. Häufig waren mehrere Figuren in parallelen Reihen angeordnet.

Bei den gewöhnlichen Zwillingen nach {110}, bei welchen zwei Flächen {010} unter einem Winkel des Prismas nebeneinander liegen, zeigten die nach a unsymmetrischen Spitzen beider Individuen regelmässig nach der gemeinsamen Zwillingskante. Bei sonst einfachen Individuen waren dieselben nach der immer vorhandenen Zwillingslamelle nach (110) gerichtet. Beckenkamp ist der Ansicht, dass bei einer Fläche, welche

mehrere Lamellen besitzt, zu jeder der letzteren ein bestimmtes Gebiet gehöre, innerhalb dessen die anomalen Ätzfiguren nach dieser Lamelle gerichtet seien. Die genannte Orientierung gelte jedoch nur für die (natürliche) Aussenfläche einer Platte.

Auf einer von einer Seite aus nach (010) sehr dünn geschliffenen Platte war auf der angeschliffenen Seite die Orientierung gerade entgegengesetzt der der gegenüberliegenden natürlichen Seite der Platte.

Für die nach c unsymmetrischen Figuren konnte Beckenkamp dieselbe Gesetzmässigkeit konstatieren; denn auf der (natürlichen) Aussenseite einer Platte standen etwa die Spitzen nach unten, auf der angeschliffenen Innenseite nach oben. Die auf derselben Fläche auftretenden entgegengesetzt gerichteten Ätzfiguren beobachtete er zusammen mit einer — früher schon beschriebenen — entgegengesetzten Streifung der Oberfläche, oder die mit entgegengesetzt orientierten Ätzfiguren bedeckten Felder der Fläche waren durch eine beim Ätzen sichtbar werdende Grenzlinie getrennt.

Die auf {100} entstehenden Ätzfiguren hatten eine sechseckige Form, bei welcher nur je vier sich zu je zwei gegenüberliegende Seiten gleich, die beiden anderen etwas länger waren. Es verliefen in der Richtung der Diagonalen Kanten, wie bei den normalen Eindrücken auf {001}. Die nach der c-Axe unsymmetrisch auftretenden Ätzfiguren waren ähnlich den von v. Ebner auf dieser Fläche gefundenen. Sie wandten ihre Spitzen bald nach der positiven, bald nach der negativen Seite der c-Axe.

Die Anomalien sind nach Beckenkamp keine zufällige Erscheinung, welche etwa durch Störungen im Ätzungsvorgang veranlasst wäre; denn eine Platte, auf welcher Anomalien vorkamen, wieder abgeschliffen und geätzt, ergab dieselbe Einteilung der Felder, dieselben Anomalien.

Beckenhamp und v. Ebner beobachteten also folgende polare Ätzfiguren:

1. Auf {001}: polare nach der a-Axe,
   enantiopolare nach der b-Axe;

2. Auf {010}: enantiopolare nach der a-Axe,
enantiopolare nach der c-Axe;
3. Auf {100} polare nach der c-Axe.

Dabei beobachtete Beckenkamp hier zuerst die erwähnte Enantiopolarität der Ätzfiguren.

Über das thermoelektrische Verhalten des Aragonits konnte Beckenkamp mit Hilfe der Bestäubungsmethode nichts Bestimmtes ermitteln und erwähnt er in seiner Arbeit deshalb die wichtigsten Resultate Hankels.[1])

Aus der nächsten Arbeit Beckenkamps in derselben Zeitschrift (Bd. 20. X.) sei folgendes angeführt:

„Der aus den von mir mitgeteilten Untersuchungen abzuleitende homogene (einfache) Aragonitkrystall besitzt keine Symmetrieebene, keine Axe und kein Centrum der Symmetrie; er müsste also nach der üblichen Bezeichungsweise asymmetrisch-hemiëdrisch genannt werden. Er unterscheidet sich aber von einem wirklich asymmetrischen Krystall dadurch, dass durch mehrfache Zwillingsbildung eine geometrisch und optisch — von etwaigen Spannungen natürlich abgesehen — den Anforderungen der rhombischen Holoëdrie entsprechende Form hervorgehen kann. Die oben erwähnten Symmetrieelemente (Ebene, Axe und Centrum) genügen also nicht zur Definition einer Krystallfamilie. Der einfache Aragonitkrystall ist viel mehr als rhombisch-ogdoëdrisch zu bezeichnen."

Eine Zusammenfassung aller seiner Resultate erschien dann in den Annalen für Physik und Chemie. (1897 Bd. 61 S. 597.)[2])

Er bespricht neben Aragonit auch die Resultate seiner Untersuchungen am Baryt. Hinsichtlich der elektrischen Untersuchungen zieht Beckenkamp die Bestäubungsmethode vor, welche er zur Untersuchung des pyroelektrischen Ver-

[1]) „Über die thermoelektrischen Eigenschaften des Aragonits." Math.-Phys. Klasse der Königl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften 1874, 10, 343—416.

[2]) J. Beckenkamp: „Eine Beziehung zwischen dem elektrischen, chemischen und geometrischen Verhalten der Krystalle".

haltens des Baryts benutzte. (Hankel bediente sich des Elektrometers.)

„Besonders das letztere Verfahren lässt erkennen, dass den verschiedenen Stellen ein und derselben Fläche ein verschiedenes elektrisches Verhalten zukommt. Bezeichnen wir die Richtungen, welche von den beim Erkalten negativen Stellen nach den positiven hinführen, als positive Kraftrichtungen, und bezeichnen dieselben mit einem Pfeil, so giebt Fig. 7 (Fig. 38 Taf. II dieser Arbeit) einen Überblick über das elektrische Verhalten des Aragonits."

Des weiteren kommt Beckenkamp zu folgenden Schlüssen:

1. „In bezug auf die elektrischen Kraftrichtungen zerfällt ein rings ausgebildeter Krystall in acht symmetrisch zu einander orientierte Teile und ist daher als ein mehrfacher Zwilling zu betrachten. Dünne Spaltungsstücke zeigen auf den gegenüberliegenden Flächen entgegengesetzte Orientierung der Kraftrichtungen."
2. „An die normalen Figuren setzen sich häufig, und zwar in der Regel von den tiefsten Stellen aus, anomale Einschnitte an die normalen Ätzflächen, welche mit der rhombisch-holoëdrischen Symmetrie nicht übereinstimmen. Die Pfeile der Fig. 14 (Fig. 39 Taf. II) deuten die Richtungen an, nach welchen diese anomalen Einschnitte beim Aragonit vorschreiten. Bei dünnen Platten sind die anomalen Ätzfiguren auf den beiden gegenüberliegenden Flächen bei Anwendung desselben Lösungsmittels entgegengesetzt gerichtet. Wir wollen jene Pfeilrichtungen als die Richtungen der leichteren Löslichkeit bezeichnen. Bezüglich der Richtungen der leichteren Löslichkeit zerfällt also ein rings ausgebildeter Krystall in dieselben acht Teile, wie bezüglich der elektrischen Kraftrichtungen."

Beckenkamp findet folgende Beziehungen der Beobachtungen über das elektrische Verhalten, die Lösungserscheinungen und die goniometrische Ausbildung der Aragonitkrystalle zu einander:

a) „Die Richtungen der leichteren Löslichkeit beim Aragonit für Salzsäure sind den positiven Kraftrichtungen entgegengesetzt.“

b) „Die Fallrichtungen sind beim Aragonit den positiven Kraftrichtungen entgegengesetzt.“

Unter „Fallrichtung“ versteht Beckenkamp die Richtung, nach welcher die vicinalen Flächen mehr nach innen konvergieren, als die wahren Flächen, und auch hierdurch zerfällt nach seiner Ansicht ein rings ausgebildeter Krystall in acht verschieden orientierte Teile.

Beckenkamp gelangt zu der Annahme, dass die Symmetrie der normalen Ätzfiguren auf die Verteilung der Moleküle im Raume, die der anomalen hingegen auf den Bau des Krystallmoleküls selbst zurückzuführen sei. In einer sechsten Mitteilung „zur Symmetrie der Krystalle“ bespricht er eingehend die Vorstellung, dass die einzelnen Moleküle des Aragonits von drei nach den drei Pinakoidebenen orientierten elektrischen Kreisströmen umflossen seien oder, was dasselbe bedeutet, dass ein jedes Molekül drei aufeinander senkrechte magnetische Axen besitze. Infolgedessen ist ein solches Molekül nach keiner der drei Pinakoidebenen symmetrisch, und diese Unsymmetrie prägt sich sowohl in dem pyroelektrischen Verhalten wie in den Ätzerscheinungen des Aragonits aus. Eine Ausgleichung der Unsymmetrie wird nun, wie Beckenkamp weiter annimmt, durch mehrfache und bis ins Kleinste wiederholte Zwillingsbildung nach den drei Pinakoiden herbeigeführt. Zunächst findet man häufig homogene Zwillinge nach (100). Derartige homogene Zwillinge bilden nun aber wieder einfache Zwillinge nach den beiden anderen Pinakoiden, bei welchen die verschieden orientierten Teile durch die Ätzfiguren unterschieden werden können. Wiederholt sich die Zwillingsstellung nicht nur nach einem der drei Pinakoide, sondern nach mindestens zwei verschiedenen, und zwar so häufig, dass die einzelnen einheitlichen Partieen nicht mehr getrennt wahrgenommen werden können, so haben wir einen homogenen Zwilling, bei welchem alle polaren Erscheinungen verschwunden sind. Er besitzt nunmehr diejenigen Eigen-

schaften, welche man der holoëdrischen Klasse des rhombischem Systems zuschreibt. Diese Struktur ist demnach denjenigen Krystallen oder Krystallpartieen eigen, bei welchen keine Anomalien beobachtet werden.

„Die Annahme gleichartiger Molekule mit drei aufeinander senkrechten magnetischen Axen, deren Anordnung nach einem rechtwinkligen Parallelepipedon mit einem Molekül in dem Centrum des letzteren zu denken ist, genügt somit zur Deutung aller bis jetzt beobachteten Ausbildungsweisen beim Aragonit."

Nachdem ich so eine Übersicht über die wichtigsten bezüglichen Resultate früherer Forschungen an Krystallen der Aragonitgruppe gegeben habe, mögen nun die Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen folgen.

Zu den Versuchen wählte ich nicht allein Krystalle eines Fundortes (z. B. Bilin), vielmehr schien es interessant, verschiedene Vorkommen und Ausbildungsweisen zu untersuchen. Schon Leydolt machte in seiner oben erwähnten Arbeit sowohl auf die verschiedene Ausbildung der Zwillinge aufmerksam, als auch darauf, dass die Krystalle verschiedener Fundorte bestimmte, sie charakterisierende Kombinationen aufweisen.

Im Folgenden sind behandelt:

1. der Aragonit von Bilin,
2. der Aragonit von Herrengrund,
3. der Aragonit von Dax,
4. der Aragonit von Sicilien.

Aragonit von Bilin.

Zu goniometrischen Messungen stand mir sehr gutes Material zur Verfügung. Die Resultate derselben sind aus beigefügter Tabelle, welche der Beckenkamp'schen entspricht, ersichtlich. Wo in derselben verschiedene Werte angegeben sind, waren verschiedene, gut einstellbare Signale vorhanden, und sind dieselben nach abnehmender Helligkeit angeführt.

Die meisten Flächen lieferten gute bis vorzügliche Signale, nur die Prismen und Pinakoide zeigten oft Nebensignale. Dies findet seine Erklärung in dem Auftreten vicinaler Flächen. Die besten Signale waren die der Domenflächen. Gut messbare Pyramidenflächen hatte nur der Krystall II. Das von Beckenkamp beobachtete Doma (031) beobachtete ich nicht, dagegen kamen andere, in der Tabelle angeführte Domen vor. (001) war niemals vorhanden. Die Abweichungen der gemessenen Winkel von den berechneten entsprechen nicht ganz den Beckenkamp'schen Resultaten, indem die gefundenen Werte, wie aus der beigefügten Tabelle ersichtlich, meist weniger von den berechneten differieren. Im übrigen zeigt sich jedoch eine gute Übereinstimmung mit den von Beckenkamp erhaltenen Zahlen und daraus abgeleiteten Regeln (s. oben S. 15), sowohl was die gesetzmässige Lage von (012), als auch was die vicinalen Flächen zu $\{011\}$ und $\{010\}$ betrifft.

Berechnete Werte (n. Beckenkamp)	Beobachtete Werte. r = rechts; l = links; m = Mittelwert.				
Es ist zu (001) geneigt:	Kr. I. (Zwilling)		Kr. II.	Kr. III.	Kr. IV.
	linker Kr.	rechter Kr.			
(012) = 19° 48′ 29″	19° 48′ 45″	19° 47′ 30″	19° 49′		19° 48′ 15″
	r. l.	r. l.	r. l.		r. l.
(011) = 35° 46′ 3″	35° 46′ 45″; 35° 45′ 45″	35° 46′ 15″; 35° 49′ 15″	35° 51′ 30″; 35° 45′		35° 47′ 15″; 35° 48′ 15″
	m.	m.	m.		m.
	35° 46′ 15″	35° 47′ 45″	35° 48′ 15″		35° 47′ 45″
	Resultate d. messb.	Nebensgle. auf (011)			
	r. l.	r. l.			
	36° 1′ 15″;	36° 1′;			
	35° 52′ 15″;	35° 53′;			
	35° 56′ 45″;				
(032) = 47° 13′ 1″					47° 11′ 39″; 47° 14′ 15″
					m.
					47° 12′ 57″
selbst berechnete Werte					
(021) = 55° 14′ 8″					55° 11′ 39″; 55° 11′ 15″
					m.
					55° 11′ 27″
(051) = 74° 29′			l.		l.
			74° 18′ 37″		74° 21′ 15″
(010) = 90°	90° 3′ 45″; 89° 55′ 15″	89° 53′ 45″;	90° 1′ 30″; 89° 59′	89° 57′ 30″; 90° 0′ 30″	89° 59′ 45″; 89° 56′ 15″
(110):(1$\bar{1}$0) = 63° 49′ 46″	63° 47′ 30″	63° 48′ 30″	63° 49′ 30″;		63° 47′ 30″; 63° 51′ 30″
	(1$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$0)	(1$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$0) (110):(010)	(1$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$0) (110):(010)		(1$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$0) (110):(010)
(110):(010) = 58° 5′ 7″	58° 2′	57° 59′ 30″; 58° 1′	58° 5′; 58° 6′		58° 9′ 30″; 58° 4′ 30″
					(1$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$0) (1$\bar{1}$0):(010)
					58° 4′; 58° 3′

Um zu einer Ansicht über die Struktur des Aragonits zu gelangen, bediente ich mich der Ätzmethode.

Am wichtigsten schien das Studium der Ätzfiguren auf der Basis und dem Brachypinakoid zu sein, da sich auf diesen Flächen gerade die mannigfaltigsten Anomalien zeigen. Es sei mit der Untersuchung der Basis an verschiedenen Krystallen begonnen.

Die einzelnen Krystalle wurden in mehrere (3—5) Platten nach (001) zerschnitten, die Flächen poliert und mit $^1/_3$ Normalsalzsäure geätzt.

I. Die Fig. 1—7 Taf. I stellen die geätzten Flächen solcher nach der Basis geschnittenen Platten des Krystalls I der Tabelle dar. Nach kurzem Ätzen entstanden darauf zunächst scharf begrenzte matte und glänzende Felder. Die Gestalt derselben ist in den angeführten Figuren möglichst naturgetreu wiedergegeben. Die matten Felder sind punktiert. Das frei ausgebildete Ende (Kopf) schliff ich zunächst nicht nach (001) ab, und so zeigt Fig. 1 die an der Kopfplatte dem aufgewachsenen Ende zugewandte Fläche. Die anderen Flächen sind der Reihe nach angeführt, so dass Fig. 2 die obere Seite der zweiten Platte, Fig. 3 die untere derselben, Fig. 4 die obere der dritten Platte u. s. f. darstellt. Es gilt dies auch für die Abbildungen aller folgenden Biliner Krystalle.

Krystall I ist ein einfacher Zwilling nach $\{110\}$. Betrachtet man die einzelnen geätzten Flächen seiner Platten, so fällt vor allem die von Fläche zu Fläche wechselnde Form der glänzenden Felder auf. Besonders ist es das Mittelfeld, welches den grössten Veränderungen in bezug auf seine Umgrenzung unterworfen ist. In Fig. 1 hat es die Form eines nach (010) gleichmässig verlaufenden Bandes, welches in Fig. 2 sich schmaler gestaltet und dann in Fig. 3 wieder breiter wird, um dann in Fig. 4—7 ganz andere Formen anzunehmen. Fig. 3—7 zeigen auch die wechselnde Form der glänzenden Randfelder. Abgesehen von der mannigfachen Veränderung ihrer Begrenzung, ist in der Hauptsache eine Erbreiterung derselben wahrnehmbar. Ein ähnliches Verhalten zeigen in den Fig. 13—16 die Flächen eines anderen Zwillings,

besonders ist die Ähnlichkeit der drei ersten Flächen desselben (13—15) mit den entsprechenden des Krystalls I auffallend.

Die in den Figuren dargestellten Felder sind die am deutlichsten hervortretenden. Ausser ihnen nimmt man aber noch verschiedene Schattierungen zwischen den deutlich matten und glänzenden Feldern wahr.

Deutlichere Grenzen solcher Abstufungen sind hier und da in den Figuren (z. B. 6. 7. 19) durch punktierte Linien bezeichnet.

Nach der ersten ziemlich kurzen Einwirkung des Ätzmittels waren die entstandenen Ätzfiguren noch nicht von hinreichender Vollkommenheit, um eine nähere Untersuchung derselben zuzulassen; schön begrenzte Ätzfiguren traten erst nach längerer Einwirkung der Salzsäure auf. Bevor die Ätzfiguren näher behandelt werden, sei noch folgendes vorausgeschickt.

Auf (001) fand Beckenkamp, wie oben bemerkt Anomalien der Ätzfiguren, welche sich durch schnabel- oder dornartige, ohne Ausnahme in der Richtung der b-Axe verlaufende Spitzen zu erkennen gaben. Derartige Anomalien fand ich ebenfalls, bemerkte aber bald, dass die mit solchen Spitzen versehenen Ätzfiguren zweierlei Art sind. Die eine Art tritt nur in der Nähe der Kombinationskante (010):(001) auf und ist, wenn auch ihre Spitzen im allgemeinen mit der Richtung der b-Axe zusammenfallen, doch im übrigen sehr unregelmässig orientiert, indem die Spitzen an derselben Stelle sich bald nach dem positiven, bald nach dem negativen Teile der b-Axe wenden. Auch entspricht ihre Richtung nur im grossen und ganzen der b-Axe, indem die Spitze selbst oft nach rechts oder links abgebogen ist. Zudem gehen diese Spitzen fast nie aus dem Grunde einer Normalfigur heraus, sondern zeigen an ihrem breiteren Ende irgend eine unbestimmte Form, wie sie ungefähr Fig. a Taf. I angiebt. Derartige Ätzfiguren auf (001) seien stachelförmige oder kurz Stachelspitzen genannt.

Die zweite Art ist eine von der besprochenen sehr verschiedene, indem die Spitzen dieser stets aus dem Grunde einer Normalfigur hervorgehen, stets gleiches Aussehen haben, gleichmässig orientiert sind und höchst selten am Rande der Platte auftreten (Fig. b). Da die Spitzen dieser Eindrücke ausnahmslos in die Richtung der b-Axe fallen, seien dieselben im folgenden als makropolare Ätzfiguren bezeichnet.

Auf den in Tafel I abgebildeten Flächen sind diese verschiedenen Eindrücke folgendermassen eingezeichnet. Die Stachelspitzen sind dargestellt als zwei kleine konvergierende, sich treffende Striche (⌐), die makropolaren durch das geometrische Zeichen für „senkrecht" (⊥), die normal ausgebildeten Eindrücke durch kurze Striche (—).

So bemerkt man nun folgende Verteilung der Ätzfiguren.

Fig. 1. Auf dem erwähnten, glänzenden, mittleren Band finden sich nur Normaleindrücke. Zu beiden Seiten desselben mischen sich mit diesen makropolare und wenden ihre Spitzen von dem Bande ab, woraus deren entgegengesetzte Lage folgt. Die Verteilung ist eine ziemlich gleichmässige. Andere Arten von Eindrücken waren nicht zu sehen. — Es sei bemerkt, dass neben den anomalen Normaleindrücke überall auf den Feldern, sowie auf den Flächen aller Platten vorkommen. Die obere Seite der zweiten Platte ist schon mannigfaltiger (Fig. 2). An allen Stellen finden sich Normalfiguren, namentlich auf dem mittleren Band, ferner zahlreiche makropolare zu beiden Seiten desselben, welche jedoch jetzt wegen der Enantiopolarität ihre Spitzen auf dasselbe zuwenden, und an der Kombinationskante (001):(010) Stachelspitzen.

Damit ist jedoch die Reihe der anomalen Ätzfiguren nicht erschöpft. Es findet sich noch eine dritte Art derselben. Diese liegen auf dem mittleren glänzenden Band des oberen Individuums (Fig. 2). Es sind dies Ätzfiguren, deren vom Grunde der Vertiefung ausgehende Spitze in der Richtung der a-Axe liegt. Diese Spitzen sind also brachypolar gerichtet und dementsprechend seien diese Ätzfiguren brachypolare genannt. Sie sind in

Fig. 2 wie in den folgenden Abbildungen durch kleine Pfeile dargestellt, wodurch zugleich die Richtung der Spitze angegeben ist. Näheres über die Art ihres Auftretens wurde erst an später zu besprechenden Präparaten ermittelt.

Auf der unteren Seite der Platte (Fig. 3) haben die Randfelder durch gewisse Ausbuchtungen ein anderes Aussehen. Sodann fallen drei kleine Felder auf, welche sich an die Enden des mittleren Bandes anschliessen. Auf ihnen sind die Eindrücke besonders klein und sehr zahlreich. Derartige Flecken sind auf (001) nicht selten und kommen in verschiedener Lage und Grösse vor. Ferner befindet sich links am unteren Mittelfeld eine Stelle, welche gelblich gefärbt erscheint. Es ist im allgemeinen eine Abnahme der makropolaren Ätzfiguren zu konstatieren, Stachelspitzen sind an den Kanten (001):(010) bemerkbar. Auffallend ist ein in der Nähe der unteren Ecke befindlicher, auch in die Figur eingezeichneter Komplex zahlreicher, sehr dicht bei einander liegender Stachelspitzen.

Auf der folgenden Fläche (Fig. 4) ist vor allem das ganz veränderte Aussehen des Mittelfeldes auffallend. An Stelle des glänzenden Bandes, welches auf den drei ersten Flächen als die Orientierungsgrenze der makropolaren Eindrücke angesehen werden konnte, ist ein glänzendes, unregelmässig begrenztes Feld getreten, welches auf dem einen Individuum bedeutend vorherrscht.

Makropolare Eindrücke treten weniger auf, dagegen sind — besonders auf der unteren Hälfte — viele Stachelspitzen bemerkbar, die nach innen in ihrer Richtung regelmässiger, am Rande aber vollkommen unregelmässig orientiert sind. Ausserdem sind auf dem Mittelfelde Normalfiguren in schönster Ausbildung vorhanden. Treten zwei Normalfiguren an der Zwillingsgrenze zusammen, so bilden sie eine Art Zwillingsfigur. Dasselbe gilt auch für makropolare Atzfiguren, wobei dann die mit einander verschmelzenden Spitzen sich der Richtung der Zwillingsgrenze anschmiegen.

Von a und b gehen viele sehr feine Streifen bezw. Zwillingslamellen nach (110) aus, wodurch die Spitzen der Eindrücke

(makropolare und Stachelspitzen) in die Richtung dieser Streifen gezogen werden.

Die durch Fig. 5 dargestellte Fläche zeigt eine ähnliche Verteilung der matten und glänzenden Felder, desgleichen kommen auch hier die feinen Lamellen vor, welche die erwähnte Wirkung auf die Spitzen ausüben. Stachelspitzen sind im Übergewicht und dringen auch weiter in den Krystall ein, makropolare werden seltener, ebenso sind die Normalfiguren nicht mehr so zahlreich, bezw. nehmen weniger präzise Formen an.

Die folgende Fläche (Fig. 6) enthält wieder bei Besprechung der Fig. 3 erwähnte kleine Flecken, auf denen die Eindrücke überaus klein und dicht gelagert sind. Das Mittelfeld hat einen Stich ins Gelbe.

Nur in der Nähe des mittleren Feldes und oben links sind noch wenige makropolare Ätzfiguren vorhanden, sonst nur Stachelspitzen, welche auch hier durch Lamellen nach (110) in der Lage ihrer Spitzen eine Veränderung erfahren. Für Normalfiguren gilt das früher Gesagte. Sie sind überall vorhanden, aber nicht alle zeigen eine deutliche Begrenzung. Die Stachelspitzen sind tiefer in den Krystall hinein mehr und mehr gleichgerichtet. Es kommt dann seltener vor, dass eine Spitze plötzlich den anderen entgegengesetzt gerichtet ist. Auch nähert sich ihre Form dann etwas den makropolaren.

Bei der folgenden Fläche (Fig. 7) zeigt nur das Mittelfeld gut begrenzte Normalfiguren. Makropolare fallen fast ganz aus, dagegen haben die Stachelspitzen eine Vermehrung erfahren, die sich besonders unten rechts zeigt.

Um zu sehen, wie weit das auf den oberen Platten (Fig. 1, 2, 3) sich zeigende mittlere Band durch den Krystall nach oben hin noch bemerkbar war, schliff ich die Kombinationskante der beiden obersten Domenflächen nach (001) wenig ab und ätzte. Es traten nur Normalfiguren auf. Nach wiederholtem Abschleifen und Ätzen entstand auch hier ein gleiches Band, wie es Fig. 1 zeigt, links und rechts entsprechend angeordnete makropolare Ätzeindrücke und auf dem Band nur Normalfiguren.

Bei den genannten Präparaten fand ich nur Zwillingsgrenzen bezw. Streifungen nach (110) bezw. (110). Eine scharfe Grenze zwischen den glänzenden und matten Feldern ist unter dem Mikroskop nicht bemerkbar, jedoch sind die Eindrücke auf den glänzenden Feldern immer grösser und scheinbar flacher als auf den matten. Aus dem oben Mitgetheilten ergiebt sich schon, dass Stachelspitzen um so mehr an Zahl zunehmen, je näher die betreffende Platte dem aufgewachsenen Krystallende liegt, dass hingegen die makropolaren Ätzfiguren sich umgekehrt verhalten, während die Normalfiguren eine merkliche Zu- oder Abnahme nicht erkennen lassen.

II. Die Aragonite von Bilin sind meist deutliche Zwillinge. Einzelkrystalle sind selten, und auch diese sind ausnahmslos nach {110} gestreift, bezw. von feinen Lamellen durchzogen. Die Figuren 8—12 zeigen die geätzten Flächen eines solchen „einfachen“ Krystalls, welcher nur eine feine Lamelle nach (110) enthält. Er wurde in drei Platten nach (001) geschnitten. Die Form der beim Ätzen zunächst entstehenden Felder ist aus den Figuren ersichtlich. Die glänzenden Felder (Mittel und Randfelder) erscheinen in der Durchsicht gelb. Hierauf aufmerksam geworden, untersuchte ich auch den ersten Krystall daraufhin genauer und fand dann auch hier, namentlich bei den dem aufgewachsenen Ende sich nähernden zwei Platten, die schon oben angeführte, allerdings schwache, aber deutliche Gelbfärbung der glänzenden Mittelfelder. Auch an dem einfachen Kr. IV (der Tabelle) nimmt diese Gelbfärbung nach dem aufgewachsenen Ende hin zu.

Betrachtet man (Fig. 8—12) die Begrenzung der einzelnen Felder, so bemerkt man, dass dieselbe von der in Fig. 4—7 dargestellten nur wenig abweicht.

Man vermisst auf der ersten Fläche allerdings das Band, während dann aber die andern Felder eine gewisse Ähnlichkeit mit den in Fig. 4—7 abgebildeten zeigen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die oberste Platte wegen der grossen Ausdehnung einer Domenfläche ziemlich dick genommen werden musste. Beim Abschleifen der Domenkante nach (001) und Ätzen dieser Fläche entstand jedoch auch

hier das bandartige Feld. Wiederum nimmt das Mittelfeld nach dem aufgewachsenen Ende hin an Ausdehnung ab, die Randfelder dagegen zu. Die erste Fläche (Fig. 8), welche der Kopfplatte angehört, zeigte nach dem Ätzen nur Normalfiguren.

Auf der folgenden Fläche (Fig. 9), die also die oberste der zweiten Platte ist, treten neben Normaleindrücken und nicht zahlreichen makropolaren Ätzfiguren Stachelspitzen auf und zwar, wie stets, in der Nähe der Kombinationskante (001):(010). Besonders auffallend ist der keilförmige Komplex oben links.

Auf den glänzenden gelben Feldern zeigen sich auch hier wieder brachypolare Eindrücke in schönster Ausbildung. Häufiger sind dieselben auf der anderen Seite derselben Platte (Fig. 10). Aus der Lage dieser zu jenen auf der andern Seite (Fig. 9) ist ersichtlich, dass dieselben auf verschiedenen Seiten derselben Platte entgegengesetzt gerichtet, also auch enantiopolar sind; auf derselben Seite einer Platte sind sie jedoch im Gegensatz zu den makropolaren nie entgegengesetzt gerichtet.

Man bemerkt die brachypolaren Ätzfiguren am besten, wenn man einen Tropfen Wasser auf das Präparat bringt und ein Deckgläschen auflegt.

In der Nähe der brachypolaren Eindrücke nehmen die Spitzen der makropolaren häufig eine andere Form an; die Spitze ähnelt einer Pfeilspitze (Fig. 41 Taf. II). Es ist dies also gewissermassen eine vierte anomale Form; denn diese Eindrücke sind weder nach der Makro- noch nach der Brachydiagonale symmetrisch teilbar.

Makropolare und gut ausgebildete normale Ätzfiguren sind nur noch in geringer Zahl vorhanden.

Die Beschaffenheit der glänzenden Felder und die Orientierung der Ätzfiguren auf der letzten Platte ist aus den Figuren 11 und 12 zu ersehen. Die besten Normaleindrücke liegen auch hier auf den mittleren Feldern. Es sei noch hingewiesen auf die Abnahme der makropolaren Eindrücke (auf der letzten Fläche waren deren nur noch zwei aufzufinden)

und die Zunahme der Stachelspitzen mit der Annäherung der Platte an das aufgewachsene Krystallende.

Die beiden besprochenen Krystalle sind die einzigen, welche von den in der Winkel-Tabelle aufgeführten zur Untersuchung der Basis benutzt wurden. Die andern waren zu Ätzversuchen, weil zu klein, weniger geeignet. Die im folgenden beschriebenen Präparate sind anderen grösseren Krystallen entnommen.

III. Die Figuren 13—21 stellen 5 Platten eines Zwillings dar, welcher sehr schöne Präparate lieferte.

An der Zwillingsgrenze sind zwei grössere Lamellen, eine breitere und eine schmälere, eingelagert.

Die Ähnlichkeit der Felder der drei ersten Flächen (Fig. 13, 14, 15) mit denen des ersten Krystalls (Fig. 1, 2, 3) wurde schon oben erwähnt. Die glänzenden Felder waren auch hier, wenn auch schwach, gelb gefärbt.

Die dem Kopfstück angehörende Fläche (Fig. 13) zeigt nur ganz vereinzelte makropolare Ätzfiguren, dagegen ist dieselbe mit normalen Eindrücken bedeckt, die verschieden dicht auftreten.

Anders schon präsentieren sich die Flächen der zweiten Platte (Fig. 14 und 15). In derselben Weise orientiert, wie in Fig. 2 und 3, sind makropolare Eindrücke auf der ganzen Fläche vorhanden. Die Normaleindrücke sind auf den mittleren glänzenden Bändern besonders schön ausgebildet. Zudem zeigen sich auf der oberen Seite (Fig. 14) auch brachypolare Eindrücke, und zwar auf einem gelben Feld. An einzelnen Stellen, namentlich auf dem kleineren Individuum treten die makropolaren Eindrücke besonders zahlreich auf. Stachelspitzen sind noch sehr schwach vertreten und wiederum nur an den Kombinationskanten (001):(010).

Durch die Lamellen ziehen sich ihrer Längsrichtung nach feine gelbe Streifen, so dass dieselben in der Durchsicht gelb erscheinen. Dies wiederholt sich auf allen Platten des Krystalls.

Die untere Fläche der Platte (Fig. 15) enthält ebenfalls sehr schöne brachypolare Eindrücke, und zwar wiederum auf gelben Stellen. Wie wir im weiteren Verlauf der

Untersuchung sehen werden, kommen diese Eindrücke ausnahmslos mit der Gelbfärbung zusammen vor.

Fig. 16 und 17 stellen die Flächen der dritten Platte dar. Die Mittelfelder nehmen eine andere Form an und werden kleiner. Wie Fig. 18—21 zeigen, verschwinden dieselben dann fast ganz. Also auch in dieser Beziehung ist eine Übereinstimmung mit den früher besprochenen Krystallen bemerkbar.

Brachypolare Eindrücke sind auf den Flächen dieser Platte nicht vorhanden, wenn auch Ansätze hierzu, namentlich auf der oberen Seite, unverkennbar sind. Auch befinden sich makropolare Ätzfiguren mit der Pfeilspitze in der Nähe. Diese letzteren beobachtete ich ebenfalls nur auf gelben Feldern in der Nähe von brachypolaren Eindrücken.

Bei a (Fig. 17) schiebt sich eine Zwillingslamelle ein. Auf der oberen Fläche dieser Platte (Fig. 16) ist der Unterschied zwischen den Ätzeindrücken auf den glänzenden Randfeldern — und auch, wenngleich weniger, auf den Mittelfeldern — und den matten Feldern besonders auffallend. Die ersteren haben meist grössere, aber flachere Eindrücke. Die Normalfiguren auf den Randfeldern sind nicht sehr scharf begrenzt. Dadurch und durch ihre flachere Ausbildung ist der Unterschied zwischen den Randfeldern und den matten Feldern deutlich; die ersteren erscheinen wie eine Umkleidung des Kernes.

Die Fig. 18, 19 zeigen vor allem eine grosse Zunahme der Stachelspitzen. Diese treten noch zahlreicher bei der folgenden Platte auf (Fig. 20, 21). Die in Fig. 18, 19 eingezeichneten Mittelfelder sind deutlich gelb. Auf ihnen bemerkt man gute brachypolare Eindrücke und in deren Nähe wiederum besonders auf dem unteren Teile (Fig. 19) die makropolaren Eindrücke mit den eigentümlichen Pfeilspitzen. Auch hier (Fig. 18, 19, 20, 21) nehmen die markopolaren Ätzfiguren im Verhältnis zu den Normaleindrücken und Stachelspitzen mehr und mehr ab.

Wenn auch natürlich nicht jede Ätzfigur in die Abbildungen eingetragen werden konnte, so ist doch aus denselben die

relative Menge (wie auch die Dichtigkeit) und damit die Zu- und Abnahme der Eindrücke ersichtlich.

Auf der oberen Fläche der letzten Platte (Fig. 20) befinden sich auf dem Mittelfeld des kleineren Individuums schöne brachypolare Eindrücke, desgleichen auf dem entsprechenden Feld der unteren Seite (Fig. 21). Letztere sind etwas verzerrt. Überall befinden sich noch Normalfiguren. Bemerkenswert ist eine auf letzterer Fläche, und zwar auf dem kleineren Individuum befindliche Gruppe von spitzen Eindrücken (Fig. 21 bei b), welche im einzelnen regellos, im ganzen aber nach einer Hauptrichtung angeordnet sind. Man kann dieselben kaum zu einer der erwähnten Arten von Eindrücken zählen, wenn dieselben auch am meisten den Charakter der Stachelspitzen tragen.

IV. Die Figuren 22—26 sind Abbildungen der Flächen dreier Platten, welche ich von einem grossen, sehr schönen Krystall abschnitt. Den grösseren, unteren Rest desselben behandelte ich als ganzes, um Beziehungen der Pinakoide zu der Basis zu suchen und wird hiervon weiter unten die Rede sein.

Ausser zwei Lamellen und vielen diesen parallelen Streifen, welche in den Abbildungen den Krystall von rechts nach links durchziehen, ist eine grosse Lamelle eingeschoben, welche von oben bis zu den anderen Lamellen verläuft. Die Orientierung der Ätzfiguren, sowie die Begrenzung der glänzenden Felder ist aus den Figuren ersichtlich; es befinden sich hier, namentlich aber auf der in Fig. 26 dargestellten Fläche, wieder in der Nähe der brachypolaren Eindrücke Ätzfiguren mit pfeilförmigen Spitzen, die sich, wie schon mehrfach erwähnt, auf gelben Stellen auch dann zeigen, wenn brachypolare Eindrücke nicht deutlich erkennbar sind.

Alle glänzenden Felder haben auch bei diesem Krystall eine sehr deutliche gelbe Färbung. Die am intensivsten gelb gefärbten Felder sind in Fig. 26a mit g bezeichnet — Fig. 26a ist die vergrösserte Darstellung des von den schmalen Zwillingslamellen durchzogenen Teiles der Fig. 26 —. Interessant sind die feinen gelben Streifen parallel den Lamellen. Bei den an-

deren Platten ist diese Stelle ähnlich, und besonders deutlich ist die Gelbfärbung bei Durchsicht des vierten grossen Stückes.

Ausser jenen gelben Streifen sind auch die Zwillingslamellen in den in Fig. 26a eingezeichneten Grenzen gelb, so dass sich das Mittelstück als ein längliches Viereck darstellt, welches in der Längsrichtung abwechselnd von gelben und farblosen Bändern durchzogen ist, von denen die obersten den Zwillingslamellen angehören.

Brachypolare Eindrücke sind auf diesen Lamellen schwer zu erkennen, da die Eindrücke durch die vielen der Zwillingsgrenze parallel laufenden Streifen verzerrt sind, jedoch sind dieselben zahlreich und schön ausgebildet auf dem oberen linken Feld (Fig. 22, 26) und ebenfalls auf den den Lamellen parallelen gelben Streifen. Dieser Krystall zeigt überhaupt die meisten und schönsten brachypolaren Eindrücke, und zwar sind dieselben auf den Flächen aller Platten auf den bezeichneten gelben Feldern bemerkbar. Die Orientierung der makropolaren Eindrücke auf den Lamellen und den diesen parallelen Streifen ist keine so regelmässige, wie man sie sonst zu sehen gewohnt ist.

Auch finden sich Übergänge zwischen makropolaren und brachypolaren Eindrücken.

Unzählig dicht liegen makropolare Eindrücke bei a_1 a_2 a_3 (Fig. 24, 25, 26). Oft sind auch hier ihre Spitzen durch die Zwillingsstreifung in die Richtung (110) gezogen.

Was nun die auf dem Brachypinakoid des Biliner Aragonits beobachteten Erscheinungen betrifft, so war zunächst zu konstatieren, dass diese Fläche von dem Ätzmittel schwerer angreifbar ist, als (001). Fig. 27 Taf. II. zeigt die Orientierung der Ätzfiguren des mit $^1/_2$ Normalsalzsäure geätzten natürlichen Brachypinakoids des Kr. II der Tabelle. Die meisten Eindrücke sind nach der c-Axe unsymmetrisch (horizontalpolar). Ihre genaue Form zeigt Fig. a Taf. II. Dieselben wenden beiderseits ihre Spitzen nach innen und sind meist in parallelen Reihen angeordnet. Nicht selten sind ihre Spitzen nach unten verbogen (Fig. b). Unten links sieht man (Fig. 27) unregel-

mässig gelagerte, den Stachelspitzen auf (001) ähnliche Ätzfiguren (Fig. c).

Nachdem diese natürliche Fläche wenig abgeschliffen und wieder geätzt war, traten wieder lang gestreckte, in ähnlichen Reihen angeordnete, nach der c-Axe unsymmetrische Ätzfiguren auf (Fig. d). Nach weiterem Abschleifen und Ätzen verschwanden diese, und die Fläche war gleichmässig bedeckt mit den in Fig. e wiedergegebenen Eindrücken, welche sich bei noch weiterem Abschleifen und Ätzen zu Figuren entwickelten, wie sie Fig. f und g zeigen, und deren Seiten den Kanten (010):(110) und (010):(001) parallel gingen, die Fläche gleichmässig bedeckend. Die letztere Ätzfigur g war seltener. Sie wandte die Spitze des mittleren Dreiecks bald nach rechts, bald nach links, ohne eine Gesetzmässigkeit erkennen zu lassen.

Dringt man weiter in den Krystall ein, so kommen Eindrücke von der Form der Fig. h zum Vorschein, welche bei weiterem Ätzen zum grössten Teil in Eindrücke übergehen, wie sie Fig. i zeigt, deren am Grunde gelegene Spitzen bezw. dunkel erscheinende Einschnitte alle nach oben (001 in Fig 27) gerichtet sind. Solche Eindrücke seien als vertikalpolare bezeichnet.

Vertikalpolare Ätzfiguren, wie sie Fig. k darstellt, finden sich besonders deutlich auf einer annähernd nach (010) geschliffenen Fläche, entnommen dem bei Besprechung der Basis angeführten vierten Krystall (s. S. 34). Die ganze Fläche war gleichmässig mit diesen Eindrücken bedeckt.

Die makropolaren Ätzfiguren der Basis dieses Stückes wenden ihre Spitzen auf der oberen (dem frei ausgebildeten Ende entsprechenden) Fläche von den Kanten (001):(010) ab, auf der unteren Fläche diesen zu. Die vertikalpolaren von (010) wenden alle Spitzen nach dem aufgewachsenen Ende.

Bei anderen mit $^1/_2$ Normalsalzsäure geätzten Präparaten weisen die Ätzfiguren auf dem natürlichen Brachypinakoid gleiche horizontalpolare Form auf, wie oben beschrieben. Bei einer Platte sind jedoch die Spitzen aller Eindrücke nach derselben Seite gerichtet und dabei äusserst dicht reihen-

weise hintereinander gelagert; einige sind auch hier nach unten verbogen. Auf der anderen Seite der Platte sind die Eindrücke umgekehrt gelagert.

Ein schönes Beispiel für vertikal- und horizontalpolare Ätzfiguren lieferte ein grosser Krystall. Derselbe wurde durch die Mitte nach (010) in zwei Platten zerschnitten, poliert und geätzt. Es waren zunächst auf der Innenfläche des einen Stücks überwiegend vertikalpolare Eindrücke zu bemerken, welche mit der Spitze nach dem aufgewachsenen Ende zeigten und sowohl in horizontalen und vertikalen Reihen vorkamen, als auch zerstreut. Die makropolaren Eindrücke auf (001) wandten ihre Spitzen der Kante (010):(001) zu.

Auf (001) entdeckte ich keine makropolaren Eindrücke; dieselben würden jedoch auf dieser Fläche die Spitzen von jener Kante abwenden.

Ausser den vertikalpolaren kamen noch zwei Arten horizontalpolarer Eindrücke auf dieser inneren Pinakoidfläche vor. Die erste, häufiger auftretende zeigt Fig. l, die zweite seltenere Fig. m. Ihre Spitzen bezw. dunkel erscheinenden Einschnitte waren immer nach derselben Seite gerichtet.

Die natürliche Brachypinakoidfläche dieser Platte zeigte natürliche Ätzfiguren von den Formen, wie sie die Figuren n angeben. Dieselben waren ziemlich regelmässig über die ganze Fläche verteilt. Ihre Längsrichtung entsprach der Axe a. Nach geringem Abschleifen und kurzem Ätzen der Fläche mit $^1/_2$ Normalsalzsäure entstanden darauf zunächst rundliche Formen, welche bei stärkerem Ätzen verschwanden und langgestreckten Eindrücken Platz machten. Diese hatten im allgemeinen alle ein ähnliches Aussehen, waren aber bald mehr bald weniger gestreckt nach der a-Axe (Fig. o). Nach weiterem Abschleifen und Ätzen entstanden neben horizontalpolaren, welche alle gleichmässig mit der Spitze nach der vorhandenen Lamelle gerichtet waren, auch wieder vertikalpolare Eindrücke (Fig. p), welche jedoch mit dem dunkel erscheinenden Einschnitt bald nach oben, bald nach unten gerichtet waren.

Das natürliche Brachypinakoid der zweiten Platte zeigte nach dem Ätzen neben horizontalpolaren (Fig. l und m) ver-

tikalpolare Eindrücke (Fig. r), welche alle mit der Spitze nach oben gerichtet sind.

Die geätzte Innenfläche dieser Platte ist gleichmässig bedeckt mit Ätzfiguren, deren regelmässigste Ausbildung Fig. q wiedergiebt. Vertikalpolare sind nur ganz vereinzelt vorhanden (Fig. r), horizontalpolare bemerkte ich nicht.

Die Untersuchung weiterer Platten nach (010) ergab nichts Neues.

Der Aragonit von Herrengrund.

Der Aragonit von Herrengrund unterscheidet sich schon durch seine Ausbildungsweise von dem Biliner, einmal durch die Art seiner Zwillingsbildung, sodann durch die vorzügliche Ausbildung der Basis, welche am Biliner Aragonit ganz zurücktritt.

Die Resultate der vorgenommenen Messungen sind in beigefügter Tabelle zusammengestellt. Vicinale Flächen treten bei diesem Aragonit nicht in dem Masse auf wie beim Biliner.

Berechnete Werte	Beobachtete Werte.									
Es ist zu (001) geneigt:	Kr. I.		Kr. II.		Kr. III. (Zwilling) I		Kr. III. (Zwilling) II		Kr. IV.	
	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.
(011) = 35° 46′ 3″	35° 48′;	35° 44′	35° 46′;	35° 48′	35° 45′ 30″;		35° 46′ 30″;	35° 47′	35° 52′;	35° 48′
(032) = 47° 13′ 1″			47° 18′;							
(021) = 55° 14′ 8″			55° 18′ 30″;	55° 13′						55° 22′
(031) = 65° 10′ 7″	65° 8′;	65° 14′	65° 4′;	65° 6′	65° 2′ 30″;	65° 7′	65° 2′ 30″;		65° 8′;	65° 10′

Es wurden einige Krystalle in Platten nach (001) geschnitten und mit $^1/_8$ Normalsalzsäure geätzt.

Die entstehenden Ätzfiguren glichen denen auf (001) der Biliner Krystalle. Auch entstanden matte und glänzende Felder. Von den letzteren ist das rundum verlaufende glänzende Band am auffallendsten. Dieses trat nach kurzem Ätzen immer auf (001), jedoch nicht auf der natürlichen Basis hervor.

Das Randfeld nahm nach unten hin stetig an Breite zu Auf demselben entstanden unregelmässige Eindrücke ohne bestimmte Form, daneben eine Art von Stachelspitzen, welche sich jedoch dadurch von denen des Biliner Aragonits unterscheiden, dass ihre Spitze in der Richtung der Brachydiagonale verläuft, jedoch auch häufig nach rechts oder nach links verbogen ist. (Vergl. die ähnlichen Beobachtungen an den Krystallen von Dax und Sicilien.)

Auf den Mittelfeldern entstanden schöne Normaleindrücke sehr regelmässig über die ganzen betreffenden Felder verteilt, daneben makropolare. Diese letzteren zeigen im allgemeinen eine ähnliche Orientierung wie bei dem Biliner Aragonit. Ein Grenzgebiet der Orientierung ist jedoch nicht so deutlich erkennbar; es kommt oft vor, dass in sonst gleichgerichteten Gruppen andere mit entgegengesetzt gerichteten Spitzen auftreten.

Je mehr die Platten dem aufgewachsenen Ende zu entnommen sind, umsomehr Unregelmässigkeiten hinsichtlich der Orientierung der Ätzfiguren treten auf.

Brachypolare Eindrücke, wie sie auf (001) des Biliner Aragonits beobachtet wurden, kamen nicht vor, dagegen fand ich eine Art Normalfigur, welche im Innern zwei seitlich gerichtete Spitzen enthält (Fig. 28 Taf. II), die zusammen das Aussehen eines Rhombus haben. Dies ist jedoch wohl als eine Kombination entgegengesetzter makropolarer Eindrücke aufzufassen.

Prisma und Brachypinakoid zeigen nichts Neues.

Aragonit von Dax.

Im Gegensatz zu den bisher behandelten Aragoniten ist derjenige von Dax nicht klar, sondern enthält mannigfache Beimengungen und Einschlüsse. Zudem sind bei ihm nur Flächen der Prismenzone nebst der Basis vorhanden. Die Domen verschwinden also hier vollständig.

Eine Messung war wegen der mangelhaften Beschaffenheit der Flächen nicht möglich.

Die Exemplare, welche mir zur Verfügung standen, waren Drillinge. Die einspringenden Winkel sind ausgefüllt und so ähneln die Krystalle hexagonalen Prismen mit der Basis. Ein Schliff nach (001) zeigt sehr schön, wie durch die wiederholte Zwillingsbildung nach (110) die einspringenden Winkel ausgefüllt werden. Das Präparat ähnelt dadurch einem Schneestern (Fig. 29).

Zunächst wurde wiederum die Basis untersucht. Die natürliche Fläche war sehr uneben. Deshalb schliff ich wenig ab und ätzte. Fig. 30 stellt die obere Seite einer solchen Platte zur Hälfte dar.

Nach kurzer Ätzung war ein glänzendes Band entstanden, welches den Rändern parallel lief. Der mittlere Teil zeigt abwechselnd matte und glänzende Stellen, so dass er ein mosaikartiges Aussehen hat. Dies rührt von klaren Einschlüssen her, deren Natur später besprochen werden soll. Die Mittelfelder sind regelmässig mit Ätzfiguren besät, welche meist normale, oft auch makropolare Gestalt haben. Sie gleichen also den Eindrücken auf (001) des Biliner Aragonits.

Anders sind die Eindrücke auf den glänzenden Randfeldern. Sie sind unregelmässig begrenzt und von länglich-rundlicher Form; meist jedoch brachypolare Stachelspitzen (wie schon beim Herrengrunder Aragonit erwähnt) und schuppenförmig angeordnet (Fig. 31). Sie wenden ihre Spitzen entweder genau in die Richtung der a-Axe, oder nach rechts oder links (vergl. Fig. 30).

Diese brachypolaren Stachelspitzen haben im Gegensatz zu den makropolaren Stachelspitzen auf (001) an derselben

Stelle stets die gleiche Orientierung. Es kommt nie vor, dass eine dieser Spitzen in einer Gruppe plötzlich den anderen entgegengesetzt gerichtet ist. Es schliessen sich dieselben also in dieser Beziehung den brachypolaren Eindrücken auf (001) der Biliner Krystalle an.

Die Orientierung derselben auf einer ganzen Basisfläche ist aus Fig. 32 ersichtlich. Die Platte ist ziemlich aus der Mitte eines Krystalls herausgenommen und zeigt daher einen sehr breiten Rand (dieser nimmt auch hier von oben nach der Mitte hin zu, dann aber, wie wir sehen werden, wieder ab), so dass die Orientierung deutlich festzustellen ist.

Um die Lage der Stachelspitzen zu veranschaulichen, ist die Stelle bei a besonders gezeichnet.

Eine besonders regelmässige Orientierung dieser brachypolaren Stachelspitzen besitzt das Individuum I (Fig. 32). An der einen Ecke konvergieren die Spitzen, an der entgegengesetzten divergieren dieselben. Die mittleren fallen aber genau in die Richtung der a-Axe. Bei den beiden anderen Individuen sind Störungen in dieser Beziehung bemerkbar. Andere Dünnschliffe nach (001) verhielten sich nach dem Ätzen ebenso. Der mittlere Kern ist ebenfalls aus drei Individuen aufgebaut. Die Ätzfiguren auf denselben entsprechen zum Teil der Symmetrie der Basis. Ausserdem sind makropolare vorhanden, welche jedoch vielfach eine unvollkommene Ausbildung zeigen und dadurch einen asymmetrischen Charakter haben. Endlich finden sich namentlich an den Grenzen nach den Randfeldern hin brachypolare Eindrücke, welche dann den auf den glänzenden Randfeldern befindlichen entgegengesetzt gerichtet sind. Alle Ätzfiguren sind äusserst klein und nur bei starker Vergrösserung unterscheidbar; sie sind sehr gleichmässig über die ganze Fläche verteilt und überaus zahlreich.

Von dem Krystall Fig. 30 wurde nach einer Prismenfläche (annähernd (010) eines der drei Individuen) fast aus der Mitte eine Platte geschnitten und geätzt. Sie zeigte nunmehr deutlich Sanduhrstruktur (Fig. 33) Eine

solche wurde bis jetzt als beim Aragonit nicht vorkommend betrachtet.

In neuester Zeit hat sich Pelikan [1]) mit Untersuchungen der Sanduhrstruktur eingehend beschäftigt. Er kommt auf Grund zahlreicher Beobachtungen zu dem Schluss, dass anisomorphe Beimengungen diese Struktur herbeiführen. Über den Aragonit äussert er sich so:

„Obwohl es eine bekannte, bei allen Analysen sich ergebende Thatsache ist, dass z. B. der Aragonit das isomorphe $Sr\,C\,O_3$ bezw. $Pb\,C\,O_3$, der Strontianit fast stets $Ca\,C\,O_3$ beigemischt enthält, ist doch bei ihnen keine Spur von Sanduhrstruktur zu bemerken."

Es soll nun auch das Vorkommen der Sanduhrstruktur beim Aragonit nicht zum Beweis des Gegenteils der Pelikan'schen Ansicht dienen, vielmehr werden wir sehen, dass wahrscheinlich auch bei ihm (wie nach Pelikan überhaupt) anisomorphe Körper diese Struktur hervorrufen.

Auf der erwähnten Fläche sind beim Ätzen matte und glänzende Felder entstanden, welche sich genau nach der Sanduhrstruktur verteilen, und zwar sind die Felder f_1 und f_2 matt, die anderen glänzend.

Auf den Feldern a_1, a_2, b, c, d zeigen sich (010) angehörige Ätzfiguren; die auf e_1, e_2 haben prismatischen Charakter, ebenso auf e_4. Die Eindrücke auf e_3 sind sehr klein und ausserordentlich zahlreich. Bei starker Vergrösserung erscheinen sie von einer Gestalt, welche der Prismenfläche entspricht.

Die Felder f_1 und f_2 sind mit Ätzfiguren von der in Fig. α und β angegebenen Form bedeckt und entsprechen demnach den auf (010) vorkommenden, nach rechts und links unsymmetrischen Eindrücken. Sie sind namentlich an den oberen und unteren Grenzen in Reihen übereinander angeordnet. Diese Anordnung ist für die Eindrücke auf (010) charakteristisch. An denselben Grenzen dieser Felder nehmen die dem Brachy-

[1]) „Über den Schichtenbau der Krystalle" Mineralog. u. petrogr. Mitt. Bd. XVII (1897).

pinakoid angehörigen Ätzfiguren vielfach eine weniger scharf ausgeprägte Gestalt an, sind schuppenartig angeordnet und passen sich in ihrer Richtung etwas dem Verlauf der gekrümmten Grenzen an. Sie erscheinen dadurch nach e_3 hin zusammengedrängt.

Direkte Farbenunterschiede sind es nicht, welche die Sanduhrstruktur bei diesem Aragonit erkennen lassen. Man erkennt, wie bemerkt, die Erscheinung zunächst deutlich nach dem Ätzen. Jedoch tragen auch rissartig erscheinende bezw. gestreckte helle Einlagerungen, namentlich in den seitlichen Partieen (f_1 und f_2), auch solche von rötlich brauner Farbe (Eisenoxyd) dazu bei, dass die Struktur bei der Betrachtung eines solchen Schliffes deutlich hervortritt (Fig. 35).

Auf einer geätzten natürlichen Basisfläche treten nur Normalfiguren und makropolare auf, glänzende Bänder zeigen sich hier nicht. Auf der unteren Seite einer solchen dünnen Platte ist nach dem Ätzen ein glänzendes Randfeld vorhanden, und auf diesem bemerkt man die erwähnten brachypolaren Stachelspitzen. Dieser Rand wird auf Platten nach der Mitte zu immer breiter. Von $(00\bar{1})$ aus geschnittene Platten zeigen dasselbe. Der mittlere Kern bleibt sechsseitig. Nach diesen Resultaten, verbunden mit den Erscheinungen der Sanduhrstruktur auf Platten nach (010) denke ich mir den Bau eines solchen Krystalls im wesentlichen so, wie Fig. 34 zeigt. In der Mitte befindet sich ein prismatischer Kern, auf dessen unterer und oberer Basis eine sechsseitige Pyramide aufgewachsen ist, während die prismatischen Flächen sechs vierseitige Pyramiden tragen. Die entsprechenden Grenzen sind bei den Praeparaten (Fig. 33) jedoch nicht geradlinig, sondern abgerundet.

Schon weiter oben wurde bemerkt, dass die Ätzeindrücke auf dem Mittelfeld einer Basisplatte denen auf (001) des Biliner Aragonits ähnlich sind, während auf den Rändern sich nur unregelmässig begrenzte, hügelartige Ätzfiguren befinden und brachypolare Stachelspitzen. Auch auf den Schnitten nach (010) beobachtet man nicht nur eine unregelmässige Lagerung und Gestalt der Eindrücke auf den entsprechenden

Feldern (f_1 und f_2), sondern auch an diesen Stellen hauptsächlich die bezeichneten farbigen Einlagerungen.

Wie erwähnt, zeigen die Schliffe (besonders eines Krystalls) nach der Basis und dem Brachypinakoid unter anderem farblose und durchsichtige Einschlüsse. Diese sind auf den basischen Platten von parallel laufenden Spaltungsrissen durchzogen. Die Richtung dieser Risse fällt mit der Richtung der Brachydiagonale eines der drei Aragonit-Individuen zusammen, und es löschen diese Einschlüsse parallel und senkrecht zu jenen Rissen und demnach gleichzeitig mit dem betreffenden Aragonit aus. Die Einschlüsse sind demnach gesetzmässig mit dem Aragonit verwachsen. Letzterer dringt in zackigen Formen mit seinem Prismenwinkel von beiläufig 116°, also begrenzt von den ihm eigentümlichen Flächen, gleichsam in die Substanz der fremden Einschlüsse ein.

Beim Erhitzen wurde die Substanz der Einschlüsse weiss, auch liess sich Schwefelsäure nachweisen.

Auf einem nach annähernd (010) bezw. (110) eines Drillings angefertigten Schliffe bemerkte man die Einschlüsse zwischen gekreuzten Nicols mit lebhaften Palarisationsfarben. Sie löschen fast ausnahmslos gemeinsam und zwar schief aus.

Es sind beim Schleifen durch die lösende Wirkung des anwesenden Wassers auf derartigen Teilchen Ätzfiguren entstanden, welche der Symmetrie des Klinopinakoids entsprechen. Ihre Gestalt erinnert durchaus an die durch Ätzen mit Wasser auf einer Spaltungsplatte von Gips zu erhaltenden Eindrücke. Aus diesen Thatsachen schliesse ich, dass die beigemengte Substanz Gips ist, eine Annahme, welche auch schon deshalb nahe liegt, weil die Daxer Krystalle im Gips auftreten. Die Auslöschungsschiefe entspricht auf obigem Schliffe annähernd derjenigen von (010) des Gipses; im übrigen scheint die Vertikalaxe des Gipses um ein paar Grade von der des Aragonits abzuweichen.

Da nun Gips und andere Substanzen (Eisenoxyd) in sichtbarer Menge beigemischt sind, so ist wohl anzunehmen, dass derartige Körper auch in fein verteiltem Zustand in einem solchen Krystall vorhanden sein und dann Einfluss auf die

Struktur desselben ausüben können. Auf Grund dieser Beobachtungen komme ich zu der Annahme, dass auch die Sanduhrstruktur beim Aragonit von Dax durch derartige anisomorphe Beimengungen herbeigeführt ist.

Aragonit von Sicilien.

Die Ähnlichkeit in der äusseren Form, besonders aber die Übereinstimmung der Ätzfiguren auf (001) des Aragonits von Sicilien mit dem von Dax führten mich zu der Vermutung, dass derselbe eine diesem gleiche Struktur haben könne. Es tritt nämlich auf Platten nach (001) sowohl die nach innen hin zunehmende Erbreiterung der glänzenden Randfelder auf, als auch die gleiche Form der Ätzeindrücke auf diesen. Desgleichen sind die Ätzeindrücke auf dem Mittelfeld den entsprechenden von Dax ähnlich und ebenso die auf (010) auftretenden. Auch sind die glänzenden Felder auf letzterer Fläche in gleicher Weise begrenzt wie die auf (010) von Dax. Dementsprechend ist auch beim Sicilischen Aragonit deutlich die Sanduhrstruktur bemerkbar. Die Krystalle sind klarer als jene von Dax, doch bemerkt man unter dem Mikroskop auch in ihnen fremde Einschlüsse von ähnlicher Form und Anordnung wie bei den Krystallen von Dax (vergl. Fig. 35). Ihre Natur konnte freilich nicht ermittelt werden. Hiernach und nach der Ähnlichkeit der Ätzfiguren mit denen beim Aragonit von Dax halte ich es für wahrscheinlich, dass auch beim Aragonit von Sicilien eine Beimischung von anisomorpher Substanz diese Sanduhrstruktur bewirkt.

Zwischen gekreuzten Nicols zeigen die f_1 und f_2 (Fig. 33) entsprechenden Felder ein mosaikartiges Aussehen. Dies rührt davon her, dass die ganze Fläche in kleine Felder von teilweise scharfer Begrenzung zerfällt, welche nicht gleichzeitig auslöschen. Hiermit steht folgendes im Zusammenhang. Betrachtet man die natürlichen Prismenflächen mit der Lupe, so sieht man, dass dieselben aus zahlreichen hypoparallelen Teilen zusammengesetzt sind, wodurch sie ein parquettiertes

Aussehen erhalten. Dies ist besonders in der Mitte jeder Fläche der Fall, während nach (001) bezw. (00$\bar{1}$) zu die Flächen ebener sind. Die nicht immer parallele Anordnung der Ätzfiguren auf den angeführten Feldern (f_1 und f_2) dürfte gleichfalls dadurch ihre Erklärung finden.

Die Gestalt der Ätzfiguren auf den Randfeldern von (001) des Herrengrunder Aragonits erinnert sehr an die der Ätzeindrücke auf den entsprechenden Feldern des Aragonits von Dax und Sicilien, und so lag die Vermutung nahe, dass sich auch beim Aragonit von Herrengrund Sanduhrstruktur zeigen werde. Eine Untersuchung daraufhin bestätigte jedoch diese Vermutung nicht.

Ätzfiguren des Strontianits und Witherits.

Zum Schluss seien noch kurz einige Ätzversuche am Strontianit und Witherit erwähnt. Dieselben beschränken sich auf die Untersuchung der Basis. Die Platten von Strontianit (Drensteinfurt) waren massenhaft von Zwillingslamellen durchzogen. Nach kurzem Ätzen mit Normalsalzsäure — verdünnte Säure griff schwer an — traten je nach der Richtung des auffallenden Lichtes die verzwillingten Individuen deutlich hervor. Die Flächen sind mit sehr kleinen dunklen Eindrücken bedeckt, welche rhombische Form besitzen und ihre längere Diagonale (wie beim Aragonit) parallel zur Brachydiagonale richten. Anomale Ätzfiguren zeigten sich nicht, auch nicht bei Anwendung verschiedener Konzentration des Ätzmittels.

Auch beim Witherit (Alston Moor) waren auf (001) keine Anomalien bemerkbar. Es entstanden Ätzfiguren von rhombischem Umriss mit vertieften Kanten in der Richtung der Diagonalen. Meist erscheinen sie dunkel, wie mit schwarzen Punkten bedeckt.

Auf der natürlichen Basis eines Witherit von Altahlen entstanden auch nur diese dunklen, rhombischen Eindrücke. Verschiedene Konzentration der Säure brachte auch hier kein anderes Resultat. Nur einmal fand ich nahe dem Rand eine

Ätzfigur von der in Fig. 36 angegebenen Form, welche jedoch beim Weiterätzen verschwand, worauf sich an derselben Stelle rhombische Eindrücke bildeten.

Schlusskapitel.

Es seien zunächst einige Resultate Beckenkamps mit den meinigen verglichen und sodann versucht, eine Erklärung für die angeführten Thatsachen zu finden.

Die Stachelspitzen auf (001) des Biliner Aragonits sind nicht so selten, wie Beckenkamp behauptet, indem er sagt: „Ganz vereinzelt kommen endlich in der Nähe der Pinakoide Spitzen (womit Beckenkamp wohl die von mir von den eigentlichen makropolaren Eindrücken unterschiedenen Stachelspitzen meint) vor, welche von der allgemeinen Orientierung abweichen", vielmehr treten dieselben auf Platten, welche der Nähe des frei ausgebildeten Endes (Kopfes) entnommen sind, meist zunächst gar nicht auf (Fig. 1, 8, 13), werden aber schon auf der zweiten Platte sichtbar und nehmen nach dem aufgewachsenen Ende hin stetig an Zahl zu. Fast umgekehrt verhalten sich die makropolaren Eindrücke. Auf der obersten Fläche sind neben Normaleindrücken, welche übrigens fast gleich zahlreich auf allen Platten nach (001) vorhanden sind, meist nur wenige makropolare Eindrücke (Fig. 8 gar keine) zu sehen. Auf den folgenden Flächen (Fig. 2, 9, 14, 15) werden dieselben schon sehr zahlreich und sind regelmässig orientiert, nehmen dann aber nach dem aufgewachsenen Ende hin an Zahl ab. (Fig. 7 zeigt z. B. keine mehr.) Es lassen sich überhaupt nach dem aufgewachsenen Ende hin in jeder Beziehung immer grössere Verschiedenheiten innerhalb der basischen Platten erkennen. Diese betreffen zunächst die Ätzfiguren, dann die glänzenden Felder und auch die Orientierungsgrenze der makropolaren Eindrücke. Beckenkamp erwähnt nur bandartig verlaufende glänzende Felder. Aus den Abbildungen auf Tafel I ist jedoch zu ersehen (Fig. 1—26), dass die genannten Felder dieses Aussehen nach dem aufgewachsenen Ende hin ganz verlieren und immer wieder eine

andere Begrenzung zeigen. Das von Beckenkamp Gesagte kann demnach nur gelten für Felder auf Flächen von der Nähe des Kopfes entnommenen Platten.

Nach Beckenkamp sind auf derselben Seite einer Platte zwei durch eine Brachydiagonale geteilte, mit makropolaren Eindrücken bedeckte Felder vorhanden, und ist diese Brachydiagonale die Orientierungsgrenze der makropolaren Ätzfiguren. In diesem Falle fällt die Grenze mit dem glänzenden Bande (Fig. 1, 2) zusammen. Aus den Abbildungen (Taf. I) geht ferner hervor, dass die Orientierungsgrenze auf Platten desselben Krystalles nach dem einen oder anderen Ende der b-Axe hin verschoben sein kann; die glänzenden Felder sind dann nicht mehr identisch mit jener Grenze und mehr oder weniger unregelmässig gestaltet.

Beachtet man dieses, vor allem aber die sehr verschiedene Begrenzung der glänzenden Felder auf den einzelnen Flächen der Platten desselben Krystalls, so geht hervor, dass auch die von Beckenkamp in folgenden Worten ausgedrückte Regel nicht allgemein gültig ist: „Wird bei starker Konzentration der Säure eine basische Aragonitplatte nur wenige Sekunden eingetaucht, ... so liegen dieselben Felder, wie sie durch die vorher geschiedenen Spitzen zu stande kamen, deutlich sichtbar auf der Platte abgegrenzt.“ (S. 14 der Einleitung.)

Es führt dieses alles zur Vermutung, dass Beckenkamp nur Platten untersucht hat, welche der Nähe des frei ausgebildeten Endes entnommen waren. Nur auf diesen zeigt sich die Orientierung der makropolaren Ätzfiguren, das Auftreten der Stachelspitzen und die Begrenzung der glänzenden Felder so, wie Beckenkamp angiebt. Aus den auf solchen Flächen vorkommenden scheinbaren Gesetzmässigkeiten kann man wohl zu der Auffassung kommen: „Soviel Felder wir vor uns haben, aus soviel Teilen besteht der scheinbar einfache Aragonitkrystall“. Dieser Auffassung kann man sich nach den angeführten Resultaten wohl nicht anschliessen. Auch ist gegen die Annahme einer Zwillingsbildung nach (010) einzuwenden, dass man zwischen entgegengesetzt gerichteten

makropolaren Eindrücken niemals eine scharfe Grenze (Zwillingsgrenze) wahrnimmt, was doch bei geätzten Platten aus echten Zwillingskrystallen wohl ausnahmslos der Fall ist.

Die Symmetrieverhältnisse der von Beckenkamp beschriebenen Ätzfiguren auf (010) stimmen vielfach mit meinen Resultaten überein. Ausserdem fand ich noch Formen, welche jeder Symmetrie entbehren. Die grösste Mannigfaltigkeit herrscht auf der natürlichen Oberfläche bezw. in deren Nähe, während tiefer in den Krystall hinein sich immerhin mehr Regelmässigkeit zeigt, indem dort meist nur holoëdrisch-symmetrische Eindrücke und weniger zahlreich horizontal- und vertikalpolare auftreten. Im Folgenden seien die von mir erhaltenen Resultate vorerst nochmals kurz zusammengefasst.

a) Bilin. Es kommen auf allen Platten nach (010) und besonders nach (001) überall Ätzfiguren vor, welche den holoëdrischen Symmetrieverhältnissen der betreffenden Fläche entsprechen. Daneben bieten sich die mannigfachsten Abweichungen und Anomalien dar. Es herrschen auf (001) bald Stachelspitzen vor, bald makropolare Ätzeindrücke. Auf den gelben Feldern treten brachypolare Ätzfiguren und makropolare mit den eigentümlichen Pfeilspitzen auf. Nach dem aufgewachsenen Ende hin ist eine Zunahme der Stachelspitzen, eine Abnahme der makropolaren Eindrücke und eine unregelmässige stets wechselnde Begrenzung der glänzenden, mit flacheren Eindrücken bedeckten Felder zu konstatieren. Auf (010) herrscht die grösste Mannigfaltigkeit der Ätzfiguren. Neben holoëdrisch-symmetrischen kommen vertikal- und horizontalpolare vor, ausserdem asymmetrische. Die letzteren treten jedoch nur auf dem natürlichen Brachypinakoid oder in dessen Nähe auf.

b) Herrengrund. Es finden sich auf (001) Ätzfiguren, welche denen auf (001) des Biliner Aragonits entsprechen, auf den glänzenden Randfeldern gerundete Eindrücke und brachypolare Stachelspitzen. Letztere gleichen den Eindrücken auf den entsprechenden Flächen und Feldern des Daxer Vorkommens.

c) Dax. Der Aragonit von Dax enthält mannigfache Einschlüsse (Eisenoxyd, Gips). Es treten auf dem Mittelfeld von (001) Normaleindrücke, vielfach auch makropolare, brachypolare und auch ganz unsymmetrische Ätzfiguren auf, während die glänzenden Randfelder nur unregelmässig begrenzte und zahlreiche brachypolare Stachelspitzen zeigen. Die glänzenden Randfelder nehmen nach der Mitte hin an Breite zu. Auf Schnitten nach (010) eines der drei Individuen des Drillings zeigte sich Sanduhrstruktur, zu der die Ausbildung und Verteilung der Ätzfiguren in naher Beziehung steht. Auch die Orientierung der Einschlüsse lässt eine Beziehung zur Sanduhrstruktur erkennen.

d) Sicilien. Dieser Aragonit enthält auch deutlich erkennbare Einschlüsse. Seine Ätzerscheinungen gleichen denen des Aragonits von Dax. Dementsprechend ist auch bei ihm Sanduhrstruktur bestimmt zu erkennen.

Auf Grund dieser Thatsachen halte ich es für wahrscheinlich, dass sowohl die Anomalien der Ätzfiguren, als auch die Sanduhrstruktur ihre Erklärung in dem Vorhandensein anisomorpher Substanzen in den Krystallen des Aragonits finden. Demnach wären nur die holoëdrisch-symmetrischen Eindrücke als normale zu betrachten und dementsprechend der Aragonit der holoëdrischen Klasse des rhombischen Systems zuzuzählen. Jene anisomorphe Substanzen können aufs feinste in derjenigen des Aragonits verteilt sein, wobei sie auf die Form der Ätzfiguren von Einfluss sind, (vergl. die brachypolaren Eindrücke auf den durch ein Pigment gelb gefärbten Stellen von (001) des Aragonits von Bilin) oder sie können als Einschlüsse auftreten, welche hinsichtlich ihrer Orientierung eine bestimmte Beziehung zu dem Baue des ganzen Krystalls erkennen lassen. (Vergl. die nach der Sanduhrstruktur orientierten Einschlüsse im Aragonit von Dax und Sicilien.) Es sei hier auch erinnert an die schon von H. Vater [1]) geäusserte Vermutung, dass die sogenannten anomalen Ätzfiguren durch die Gegenwart von anisomorphen

[1]) Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie 1898, Bd. XXX, S. 301.

Beimischungen bedingt seien. Er weist dabei auf den von Doss [1]) erbrachten Nachweis hin, dass der Kalkspat gewisser Fundorte bis zu 3,93% Gipssubstanz beigemischt enthält. (Über die anomalen Ätzfiguren des Kalkspats vergl. die letzten Beobachtungen von H. Baumhauer, Zeitschrift für Krystallogr. 1898, B. XXX, S. 97—98.)

Dass anomale Beimischungen in den Krystallindividuen ungleich verteilt sein können, ist in gröberem Massstabe, wie Vater sagt, in vielen Fällen unmittelbar wahrzunehmen, nämlich dann, wenn die anomale Beimischung ein Farbstoff ist.

Von besonderem Interesse ist der Umstand, dass die verschiedenen Aragonit-Vorkommen, welche sowohl hinsichtlich der an ihnen vorherrschenden Formen, als auch des Habitus ihrer Zwillingskrystalle deutliche Unterschiede zeigen, auch in betreff ihrer Ätzerscheinungen von einander mehr oder weniger abweichen. Beides könnte nach obiger Annahme als eine Folge der Einwirkung von bei der Krystallisation vorhandenen und deshalb auch in die Krystalle selbst mit aufgenommenen Lösungsgenossen (resp. Beimischungen) zu betrachten sein. Sind die anomalen Ätzerscheinungen aber auf das Vorhandensein anisomorpher Beimengungen zurückzuführen, so würden sie ein Analogon bilden zu gewissen optischen Anomalien, deren Grund nach den Untersuchungen von Brauns in der Gegenwart isomorpher Beimischungen zu suchen ist. Andererseits würden die anomalen Ätzfiguren ein Mittel an die Hand geben, die Gegenwart anisomorpher Beimischungen in den betreffenden Krystallen zu erkennen.

[1]) „Über livländische durch Ausscheidung aus Gipsquellen entstandenen Süsswasserkalke als neue Beispiele für Mischungsanomalien." Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1897, S. 405.

Vita.

Geboren wurde ich, Franz Westhoff, kath. Konfession, am 17. Februar 1871 zu Düsseldorf, als Sohn des Rektors Franz Westhoff und seiner verstorbenen Ehefrau Karoline geb. Scherer. Ich besuchte zunächst das humanistische Gymnasium meiner Vaterstadt bis Obersekunda, trat dann aus Neigung zum technischen Beruf in die Gewerbeschule Barmen (Abt. techn. Fachklassen) über und bestand dort nach zwei Jahren das Maturitätsexamen. Nachdem ich $1\,^1/_2$ Jahre auf Hüttenwerken praktisch gearbeitet hatte, studierte ich Hüttenfach an den technischen Hochschulen Karlsruhe und München, an den Bergakademien Clausthal und Berlin, genügte im folgenden Jahre meiner Dienstpflicht im Niederrh. Füs.-Rgt. Nr. 39 und widmete mich dann dem Studium der Naturwissenschaften auf den Universitäten Erlangen und Freiburg i. d. Schweiz. An letzterer bestand ich am 18. Februar 1899 die mündliche Doktorprüfung.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren:

Engler, Lehmann, Wedekind, Wiener, Schröder, Herkner, Knop in Karlsruhe;
Sohncke, Kiliani, Stölzel, M. Haushofer in München;
Hampe, Schnabel, Gerland, Biewend in Clausthal;
Hörmann, Wedding in Berlin;
Fischer, Lenk in Erlangen;
H. Baumhauer, Bistrzycki, de Girard, Thomas-Mamert in Freiburg i. d. Schweiz.

Allen diesen verehrten Lehrern spreche ich meinen verbindlichsten Dank aus.

Taf. I.

Fig. 1

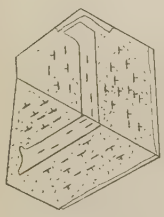


Fig. 2

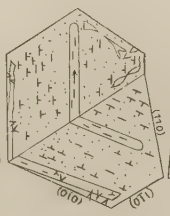


Fig. 3.

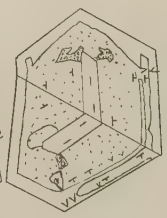


Fig. 4.

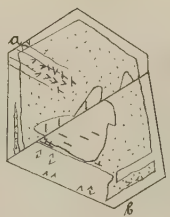


Fig. 5.

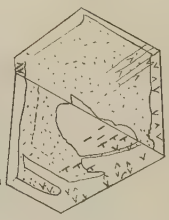


Fig. 6.

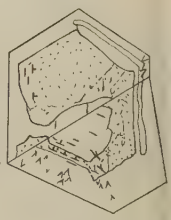


Fig. 7.

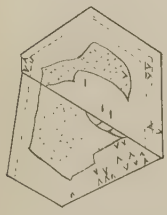


Fig. 8.

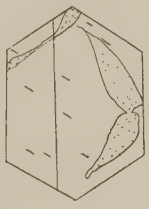


Fig. 9.

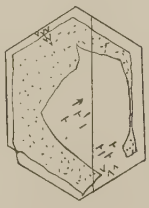


Fig. 10.

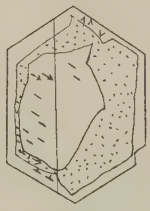


Fig. 11.

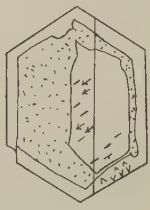


Fig. 12.

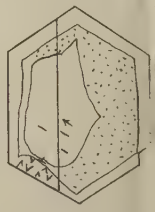


Fig. a.

Normal-Ätz-Figur.

Fig. b.

Fig. c.

Fig. 13.

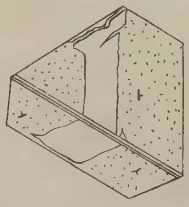


Fig. 14.

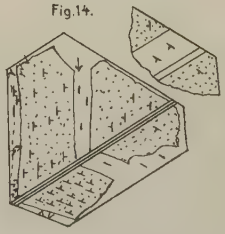


Fig. 15.

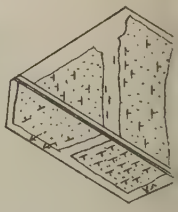


Fig. 16.

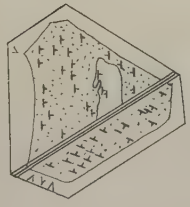


Fig. 17.

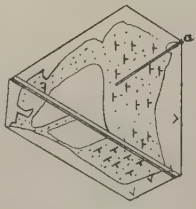


Fig. 18.

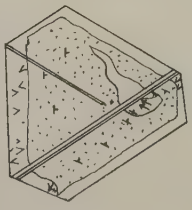


Fig. 19.

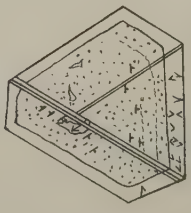


Fig. 20.

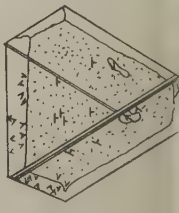


Fig. 21.

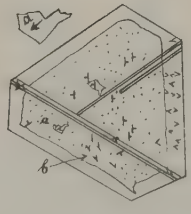


Fig. 22.

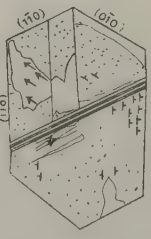


Fig. 23.

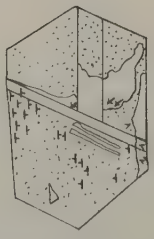


Fig. 24.

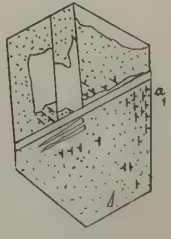
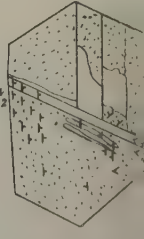


Fig. 25.



F. Westhoff del.

Taf. II.

Fig. 27.

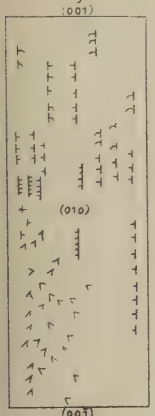


Fig. 30.

Fig. 31.

Fig. 32.

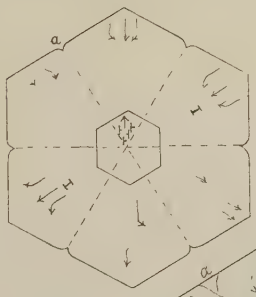


Fig. 29.

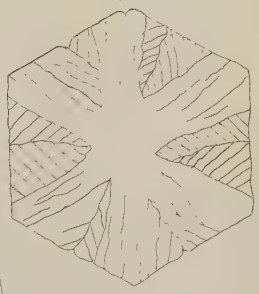


Fig. 33.

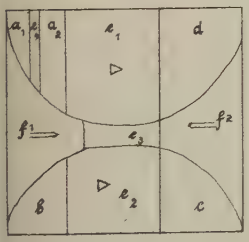
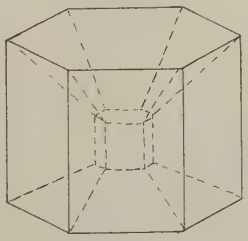
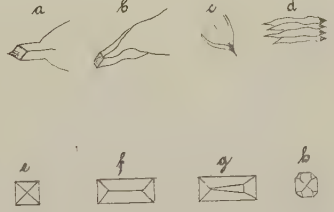


Fig. 34.





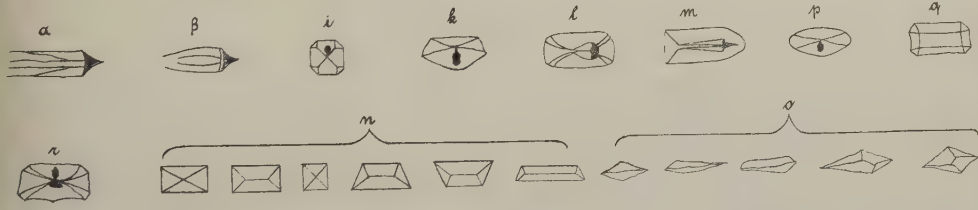


Fig. 36.

Fig. 35.

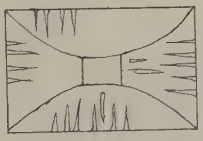


Fig. 37.

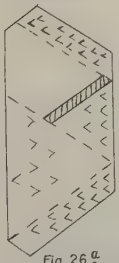


Fig. 38.

Fig. 39.

Fig. 40.

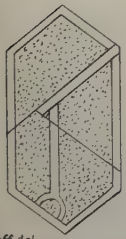


Fig. 26.

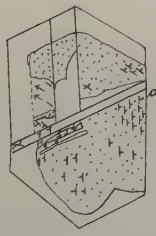


Fig. 26a.

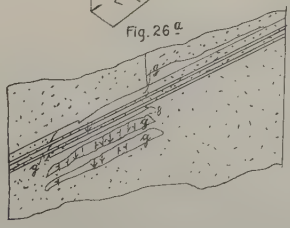


Fig. 28.

Fig. 41.

F. Westhoff del.